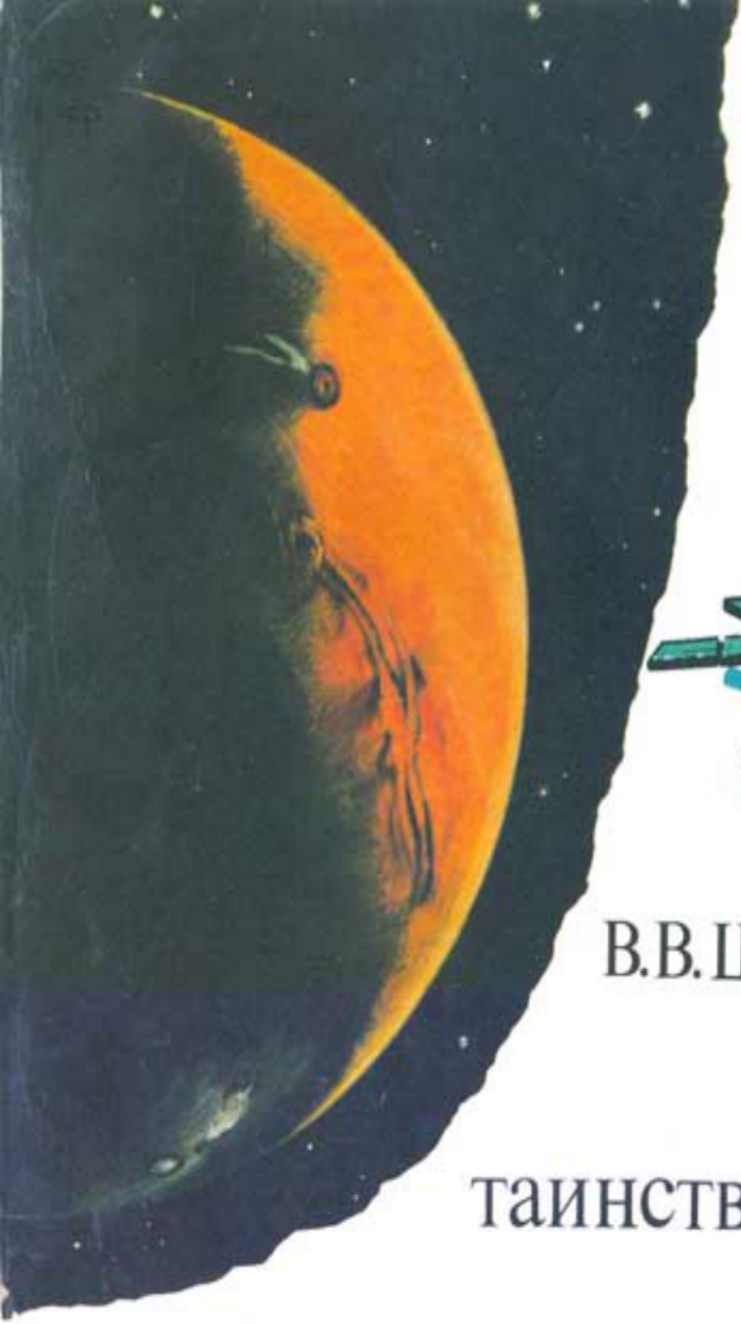


В.В. Шевченко

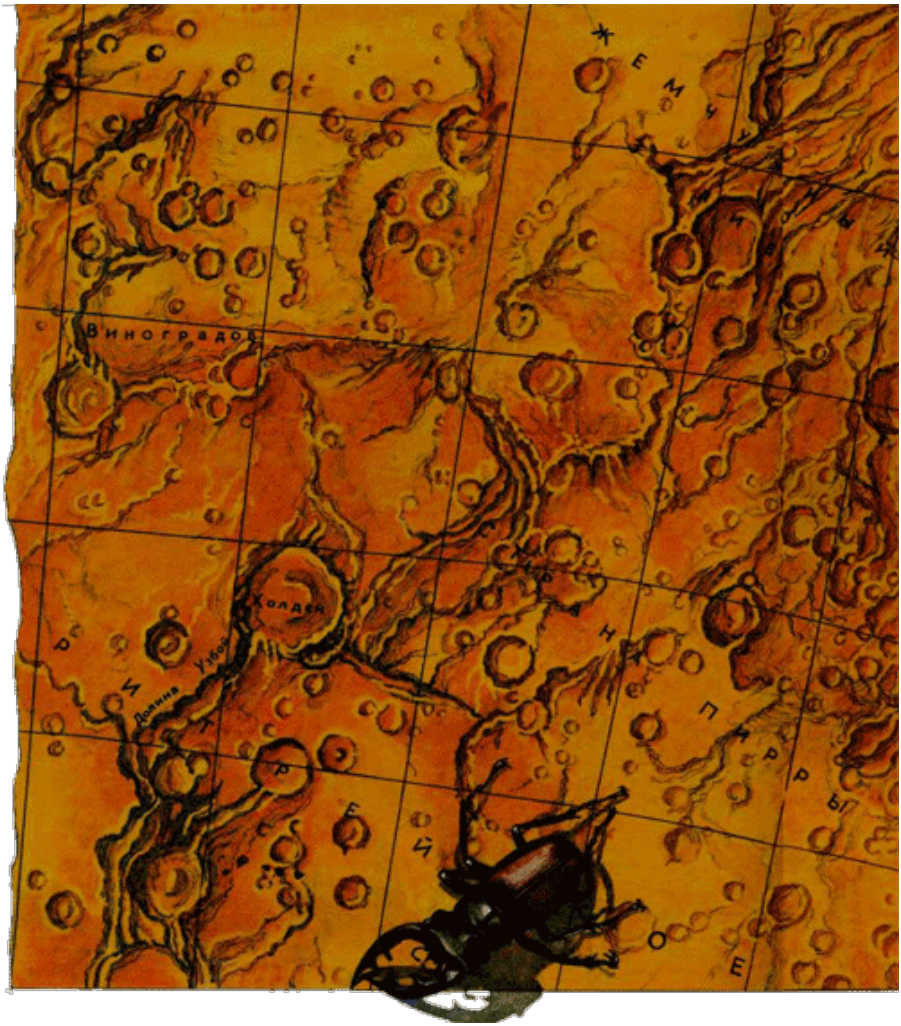
На зов таинственного Марса

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Природа Марса — красной планеты, одной из ближайших к Земле, — всегда вызывала много вопросов. Почему Марс красный, почему возникают и пропадают белые полярные шапки, в чем природа пылевых бурь, существуют ли на самом деле каналы и, наконец, есть ли жизнь на Марсе? Обо всем этом рассказывается в книге доктора физико-математических наук В. В. Шевченко.

-
- В. В. Шевченко
  -
  - Музыка сфер
  - Зима и лето красной планеты
    -
  - Ураган на всей планете
    -
  - У самых высоких гор
    -
  - Осколок Марса на Земле
    -
  - Жизнь на Марсе?
    -
  - Звездное небо Марса
    -
  - Страх и Ужас рядом с Марсом
    -
  - Летим на Марс!
    -


Виноградов
Холден
Долина Уэбб
Земля Терра
Земля Терра

В. В. Шевченко
НА ЗОВ ТАИНСТВЕННОГО МАРСА

…Словно тихая молния, пронзил его сердце далекий голос, повторявший печально на неземном языке:

— Где ты, где ты, где ты, Сын Неба?..

…Голос Аэлиты, любви, вечности, голос тоски, летит по всей вселенной, зовя, призывая, клича — где ты, где ты, любовь…

А. Н. ТОЛСТОЙ. «АЭЛИТА»

Музыка сфер

Небо доступно всем. Подними голову в ясную ночь, и взгляд уйдет в бесконечность небесных светил. Среди них, возможно, сразу внимание привлечет немерцающий красный блеск одной из самых ярких точек. Это — Марс.

В разные времена разные народы называли его по-разному. Мы пользуемся именем, которое дали светилу древние греки в честь одного из олимпийских богов — бога войны и которое затем переиначили на свой лад древние римляне.

Наблюдая за перемещением небесных светил, античные астрономы выделили два вида объектов — неподвижные звезды и блуждающие планеты, которые все время меняют свое положение среди звезд.

Из этих наблюдений родилась модель Вселенной, состоящая из вложенных друг в друга сфер. В центре системы помещалась Земля. С ней соседствовала Луна, а далее шли Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн — планеты, видимые невооруженным глазом, — и наше дневное светило. Каждая планета и Солнце имели свое собственное небо — небесную сферу. Вся планетная система была заключена в самую большую сферу, содержавшую звезды.

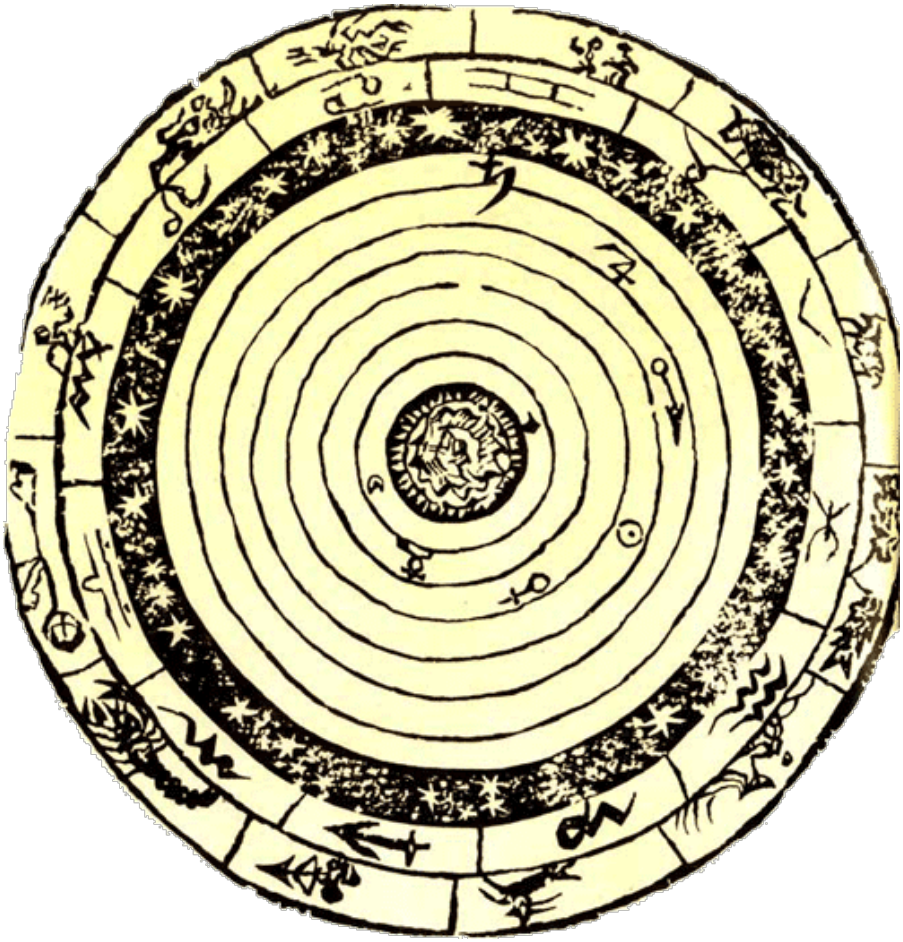
Каковы были радиусы сфер? Тогдашний уровень техники не позволял провести нужные измерения. Решение было найдено другим путем — с помощью общих философских рассуждений.

Процветавшая в древнем мире философская школа пифагорейцев, основанная знаменитым математиком Пифагором, учила, что численные пропорции в природе подчинены всеобщей гармонии.

Да и как иначе можно выразить все совершенство природы?

Не было исключением и устройство Вселенной. Пифагорейцы утверждали, что расстояние между небесными светилами, точнее, между сферами светил можно представить шкалой музыкальных звуков.

Рассказывают, что открыл простые числовые соотношения между музыкальными тонами сам Пифагор. Проходя однажды мимо кузницы, он услышал, как молоты разных размеров при ударе о наковальню издают звуки различной высоты, точно воспроизводя музыкальную шкалу. После того как молоты были взвешены, оказалось, что звуки, отличающиеся друг от друга на октаву, воспроизводились молотами, один из которых весил вдвое меньше другого. Понижение звука на два с половиной тона соответствовало увеличению веса на одну треть. И так далее.



Так представляли себе строение Солнечной системы и всей Вселенной античные ученые. Наша планета — Земля — помещалась в центре всего мироздания, а все другие небесные тела — Солнце, планеты, звезды — вращались вокруг нее.

Пифагорейцы считали, что расстояния между светилами соответствуют музыкальным интервалам: от Земли до Луны — один тон, от Луны до Меркурия — полутон, от Меркурия до Венеры — полутон, от Венеры до Солнца — полтора тона, и далее: тон — полутон — тон до сферы неподвижных звезд, отстоящей от Земли на целую октаву.

Была предложена и мера длины, соответствующая одному тону. В современных единицах она равна около 20 000 километров.

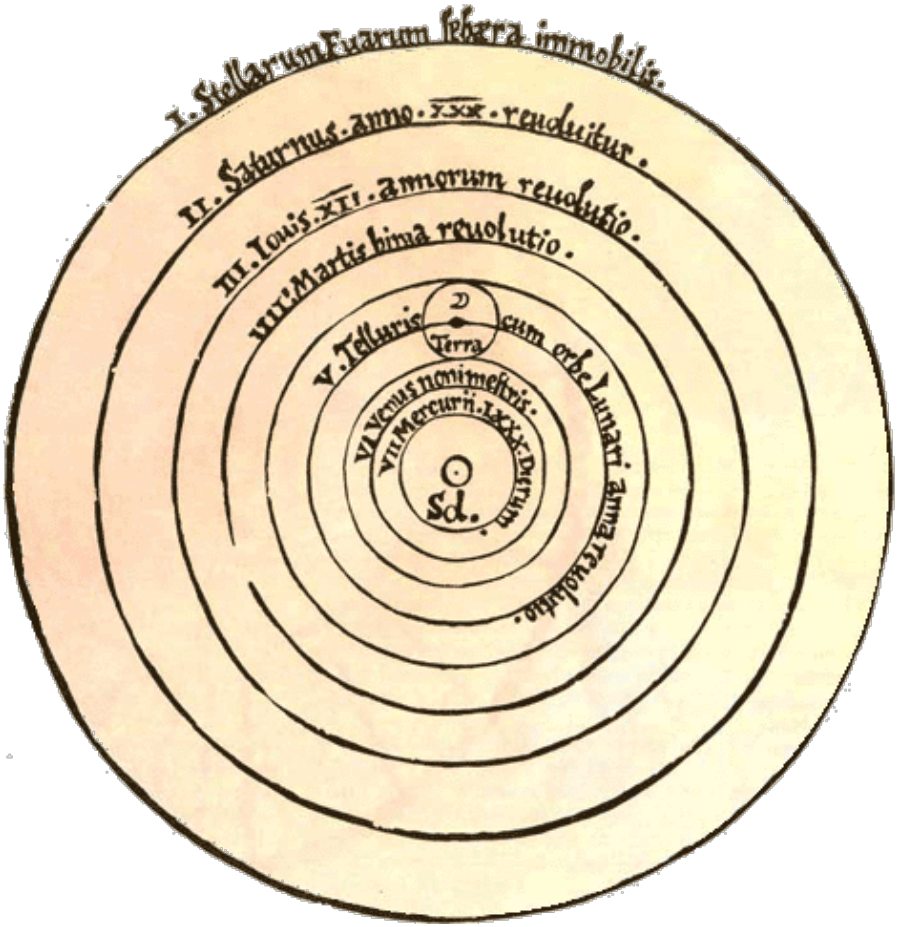
Предполагалось даже, что при вращении каждая сфера издает музыкальный тон, а вся система сфер образует гармонию —

музыку сфер. Люди на Земле не слышат этой небесной симфонии лишь потому, что привыкли к ней с рожденья и не замечают…

Итак, античные астрономы считали, что Марс находится далеко от Земли; между ним и нашей планетой располагались еще Луна, Меркурий, Венера и Солнце. Правда, общие масштабы Вселенной, по тем представлениям, были незначительными и, согласно расчетам пифагорейцев, наши планеты разделяло всего лишь 90 000 километров.

Модель Вселенной в виде вложенных друг в друга прозрачных сфер с «прикрепленными» к ним небесными телами была известна многим ученым древнего мир. В частности, Аристотель рассматривал более сложный вариант сферической Вселенной.

Для объяснения видимого движения планет Аристотель предположил, что у каждой планеты есть несколько сфер! Общее число «хрустальных оболочек» в модели Вселенной Аристотеля достигало пятидесяти пяти! Аристотелева модель Вселенной в виде геоцентрической системы мира Птолемея просуществовала до XVII века. На смену ей пришло учение Николая Коперника, расставившее в Солнечной системе все планеты по своим местам так, как знаем мы их сегодня.



Н. Коперник первым постиг действительные законы строения Солнечной системы. Наше Солнце — одна из многих звезд Вселенной, вокруг которой вращаются большие и малые планеты. Среди планет Земля и Марс совершают свое бесконечное кружение по соседним орбитам.

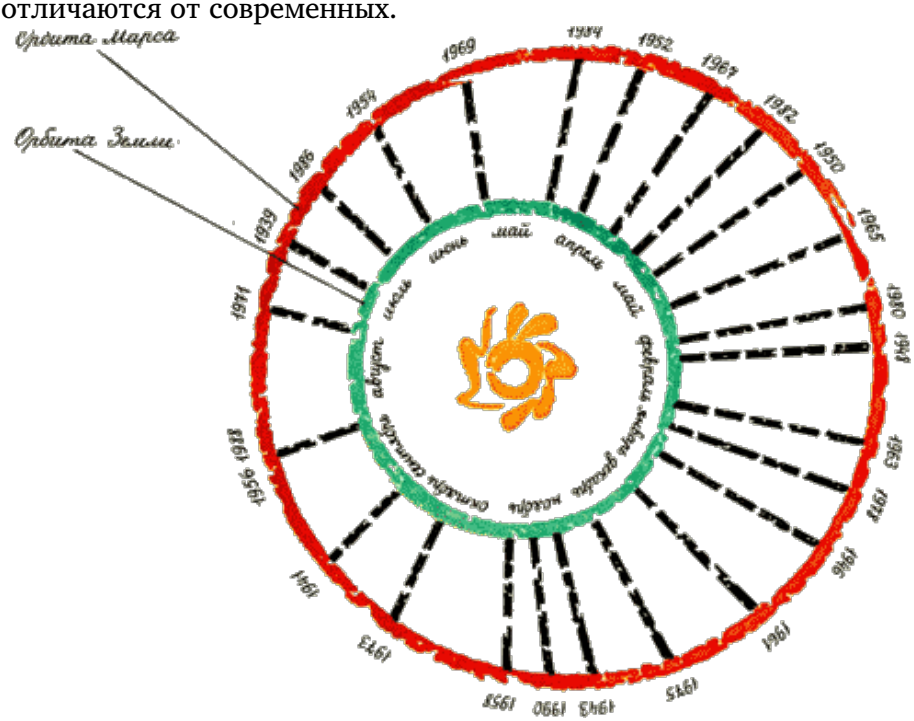
Николай Коперник был и одним из первых, кто начал наблюдения Марса. Целью его наблюдений было определение точных, по тем временам конечно, положений планеты среди звезд. Этими наблюдениями Коперник старался подтвердить правильность построенной им гелиоцентрической системы мира, согласно которой Марс оказывался непосредственным соседом Земли по удалению от Солнца.

Наблюдения положений Марса относительно звезд были продолжены другим очень знаменитым астрономом Тихо Браге. В течение более чем двадцати лет непрерывно наблюдал Тихо Браге

перемещения Марса по звездному небу.

Обработка этих данных позволила другому великому астроному, Иоганну Кеплеру, вывести три основных закона движения планет вокруг Солнца. Он установил, что орбиты, по которым движутся планеты, являются не окружностями, а эллипсами. Солнце находится в одном из фокусов такого эллипса.

Элементы орбиты, вычисленные Кеплером, почти не отличаются от современных.


Орбита Марса
Орбита Земли
1969
1954
1986
1939
1911
1956
1941
1973
1958
1990
1943
1975
1964
1977
1962
1947
1960
1945
1928
1extr
1952
1967
1982
1950
1965
1980
1963
1978
1946
1961
1975
1943
1990
1958
1extr
1928
1945
1960
1extr
1911
1939
1986
1954
1969
1984

планеты оказываются на близком расстоянии друг от друга. Такие сближения планет называют противостояниями. В это время Марс располагается на небе против Солнца. Орбита Марса более вытянута, чем земная, наименьшие расстояния во время противостояний имеют различные величины. В лучшем случае — это 56 миллионов километров, но бывает и больше — до 101 миллиона километров.

Противостояния, при которых планеты сближаются менее чем на 60 миллионов километров, называют великими. В период великих противостояний Марс подходит к наиболее близкой к Солнцу точке своей орбиты — перигелию. Земля появляется вблизи этой области околосолнечного пространства обычно на исходе лета в северном полушарии. Поэтому даты великих противостояний, происходящих каждые 15 или 17 лет, приходятся обычно на август или сентябрь.

Вращаясь вокруг Солнца, обе планеты — Земля и Марс — оказываются в самых различных положениях относительно Солнца и друг друга и на самых разных расстояниях.

Если в моменты великих противостояний луч света пробегает путь от Земли до Марса всего лишь за 3 минуты, то при наибольшем удалении планет друг от друга для этого требуется 21 минута.

Среди девяти больших планет Солнечной системы Марс занимает сравнительно скромное место. Его масса составляет лишь десятую часть массы Земли, а диаметр марсианского шара равен примерно половине земного. При таких размерах и больших расстояниях, разделяющих Землю и Марс, планета предстает земному наблюдателю в виде всего лишь светящейся точки.

Так выглядит петлеобразный путь Марса на фоне звездного неба при наблюдении с поверхности Земли.

В наиболее благоприятные для наблюдений периоды противостояний видимый диаметр Марса достигает в среднем

около 1/200 градуса.

Много это или мало? Совсем немного. Под таким же углом выглядит горошина с расстояния 70 метров. Попробуйте ее разглядеть! Человек даже с очень острым зрением не сможет различить столь малый предмет на столь большом расстоянии.

Почему же мы все-таки видим Марс невооруженным глазом? Потому что мы видим на небе не кружок красной планеты, а светящуюся точку. Заменим в нашем воображаемом опыте горошину на лампочку от карманного фонаря, примерно такую же по размерам, но имеющую возможность светиться. Тогда в полной темноте, если рядом не будет мешающих более сильных источников света, мы увидим и на таком большом расстоянии этот маленький огонек.

Марс сам не светится. Через миллионы километров до нас доходит солнечный свет, отраженный поверхностью марсианского шара. Находясь дальше от Солнца, Марс получает в два с лишним раза меньше света и тепла, чем наша планета. И все же света, отраженного всей поверхностью дневного, то есть освещенного Солнцем, полушария, оказывается достаточно, чтобы и без телескопа или бинокля, невооруженным глазом, увидеть на темном ночном небе планету и даже заметить красноватый оттенок блеска.

Этот цветовой оттенок объясняется тем, что красноватая поверхность Марса, отражая «белый» солнечный свет, придает ему собственную окраску.

Как видим, Марс не так уж мал. Просто громадные расстояния, отделяющие от нас одну из ближайших планет, скрадывают ее размеры.

А вот представьте, что Марс удалось поместить на орбиту Луны. Тогда на ночном небе мы увидели бы громадный красный диск, который был бы в два раза больше, чем привычное нам ночное светило, и в несколько раз более яркий, чем Луна.

В течение одной ночи, от восхода до заката, Марс находится примерно в одной и той же точке небосвода среди звезд. Однако от ночи к ночи его положение постепенно меняется. Это перемещение происходит на фоне так называемых зодиакальных созвездий, или созвездий Зодиака. По ним проходит годичный путь Солнца и планет.

Переходя из созвездия в созвездие, Марс двигается в основном в восточном направлении.

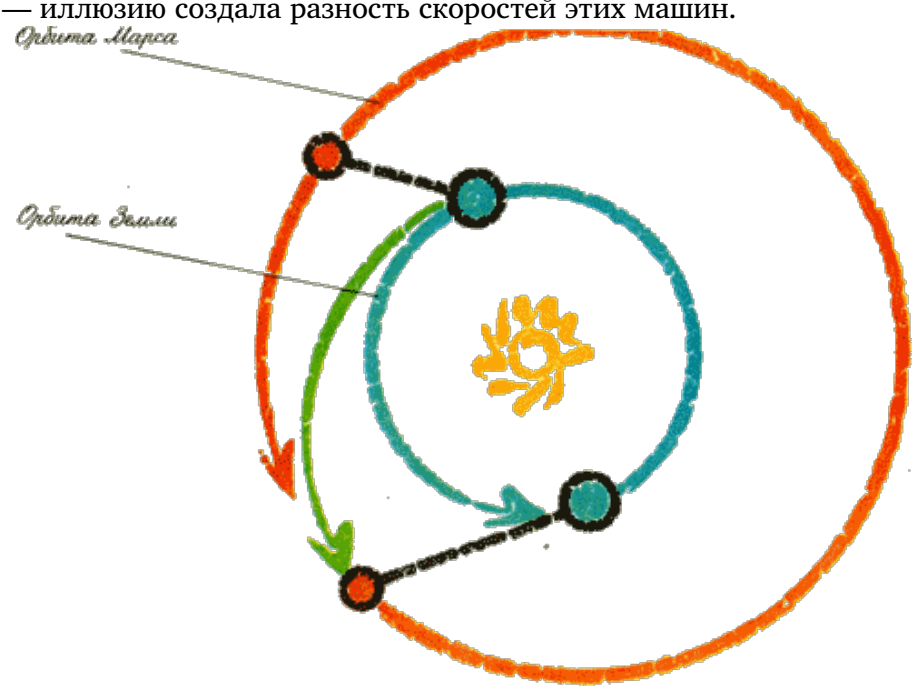
Но время от времени, прежде чем двинуться дальше, планета как бы замирает на небе, а потом пятится назад. Опять остановка, похожая на короткое раздумье. Описав таким образом петлю, Марс продолжает свой путь в обычном направлении.

Эта особенность видимого движения Марса на небе носит название петлеобразного движения. Подобным же образом среди звезд перемещаются, например, Юпитер и Сатурн.

Конечно, Марс никогда не останавливается на орбите и не движется в обратном направлении. Мы наблюдаем иллюзию, которая создается из-за относительных движений Земли и Марса.

Когда на дороге один автомобиль, едущий с большей скоростью, обгоняет другой, что видит в окно пассажир, сидящий внутри?

Вот скорости двух машин сравнялись, и нагоняемый автомобиль как бы остановился рядом. Но движение продолжается, и обгоняемый автомобиль начинает медленно двигаться назад, как бы в обратном направлении. Но на самом деле и тот и другой, не меняя своего направления, несутся вперед — иллюзию создала разность скоростей этих машин.



Чтобы космический аппарат совершил перелет с Земли на Марс, необходимо запустить его на траекторию, плавно соединяющую орбиты двух планет. Момент запуска и скорость полета необходимо рассчитать так, чтобы в конце пути космический аппарат точно вышел на встречу с летящей по своей орбите планетой.

Так и с видимым движением Марса на фоне звезд. Средняя скорость движения по орбите у Земли больше, чем у Марса. В

определенные моменты наша Земля, двигаясь с большей скоростью, «догоняет» Марс и проходит мимо него. Пассажиры Земли видят, как, отдаленный миллионами километров, другой космический экипаж будто чуть-чуть приостановился, а потом начинает отставать. Но в отличие от приведенного выше примера с автомобилями, Земля и Марс движутся по замкнутым кривым, близким к кругам эллипсам. Поэтому, совершив в результате «обгона» петлю среди звезд на нашем небе, Марс продолжает свое движение в восточном направлении.

Современным астрономам хорошо известны законы небесной механики, которые управляют движением Марса и других небесных тел Солнечной системы. Уже давно ученые научились с большой точностью заранее вычислять положение Марса на небе в тот или иной момент. Каждый наблюдатель может найти эти данные в астрономических календарях и ежегодниках и направить телескоп в нужную точку небосвода.

При наиболее благоприятных условиях в хороший телескоп на поверхности Марса можно различить темные и светлые области — детали его поверхности. Конечно, удаленность планеты такова, что даже самые мелкие различимые детали на самом деле имеют протяженность в сотни и тысячи километров. Все же астрономам удалось многое узнать о природе Марса по наблюдениям в телескопы с Земли. Но основные сведения поступили с борта космических аппаратов, получивших возможность приблизиться к планете, провести различные исследования и сфотографировать ее поверхность с относительно небольших расстояний.

Как полагают, один из первых рисунков Марса, сделанный на основании наблюдения в телескоп, появился в 1659 году. Его автором был известный голландский физик и астроном Христиан Гюйгенс. Несколько позже наблюдения Марса начал другой знаменитый ученый того времени — французский астроном Жан Доминик Кассини. Ему удалось, фиксируя перемещение заметных пятен на диске Марса, определить период вращения планеты. Оказалось, что период вращения Марса вокруг оси, то есть марсианские сутки, по продолжительности почти равен земным суткам. Это означало, что наблюдатели, расположенные по всей Земле, смогут за 24 часа наблюдать всю поверхность Марса. Один же наблюдатель, находясь постоянно на одной и той же обсерватории, сможет обозреть весь марсианский шар в процессе его вращения за время немногим больше земного месяца. Конечно, если позволит погода и ночи будут ясными!

Самыми заметными деталями на диске Марса оказались светлые полярные шапки. Кроме них, вскоре были выделены

обширные желтовато-оранжевые территории, названные материками, и темные, серовато-голубого оттенка пятна, получившие названия морей.

Белый цвет полярных шапок по аналогии с земными полярными областями наводил на мысль о царстве льда и снега. Оранжевый цвет материков напоминал песчаные просторы земных пустынь. А темно-голубые пятна морей в первое время и впрямь казались гигантскими водоемами.

В конце XVIII века были обнаружены периодические изменения размеров полярных шапок планеты. Это связывали с сезонным таянием снега и льда. А примерно сто лет спустя астрономы объявили о существовании каналов на поверхности Марса, по которым, как могло показаться, влага распространяется от полярных шапок в средние и экваториальные широты.

Наконец, в первой половине нашего столетия астрономы убедились в том, что Марс обладает атмосферой, в которой иногда над полярными шапками возникают неустойчивые голубовато-белые облака. Такие же облачные образования на короткий срок появлялись вблизи экватора и в средних широтах. Было отмечено, что есть определенные области поверхности, над которыми облака возникают постоянно. Астрономы предположили, что в этих местах расположены возвышенности, высокие горы. По наблюдениям с Земли было обнаружено и такое важное для природы Марса явление, как пылевая буря, периодически охватывающая всю планету.

В 60-х годах начались космические исследования красной планеты. В конце 1962 года, за три месяца до очередного противостояния, в Советском Союзе в сторону Марса была запущена межпланетная автоматическая станция «Марс-1».

Первый марсианский разведчик весил почти 900 кг и был оснащен многочисленными приборами для исследования межпланетного пространства и красной планеты.

Во время перелета по плавной дуге, изогнувшейся между орбитами Земли и Марса, автоматическая станция передала данные об интенсивности космического излучения в межпланетной среде, о магнитных полях, распределении метеоритов, встреченных по пути во время пересечения двух метеоритных потоков, и другие сведения. Но сохранить работоспособность до конца далекого путешествия в суровых условиях неизведанного космоса первому разведчику не удалось. Последний сеанс связи с аппаратом состоялся в конце марта 1963 года, когда «Марс-1» удалился от Земли на 106 миллионов километров. До встречи с Марсом оставалось еще три месяца полета…

Прошло еще несколько лет, и осенью 1971 года на орбиты искусственных спутников Марса вышло сразу три космических аппарата — американский «Маринер-9» и советские «Марс-2» и «Марс-3». Марс стал первой после Земли планетой Солнечной системы, у которой появились искусственные спутники.

Незадолго до этого, в 1965 году и в 1969 году, были получены первые фотографии марсианской поверхности с пролетных космических аппаратов серии «Маринер», запущенных в США. Во многом эти снимки были сенсационны — на поверхности Марса обнаружили кратеры, подобные лунным, не было никаких следов знаменитых марсианских каналов и так далее. Но по-настоящему систематические и глубокие исследования этой планеты начались с появлением долговременно действующих орбитальных космических аппаратов — искусственных спутников Марса. В 1974 году исследования Марса продолжили советские автоматические станции «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6» и «Марс-7», а в 1976 году — американские аппараты «Викинг-1» и «Викинг-2».

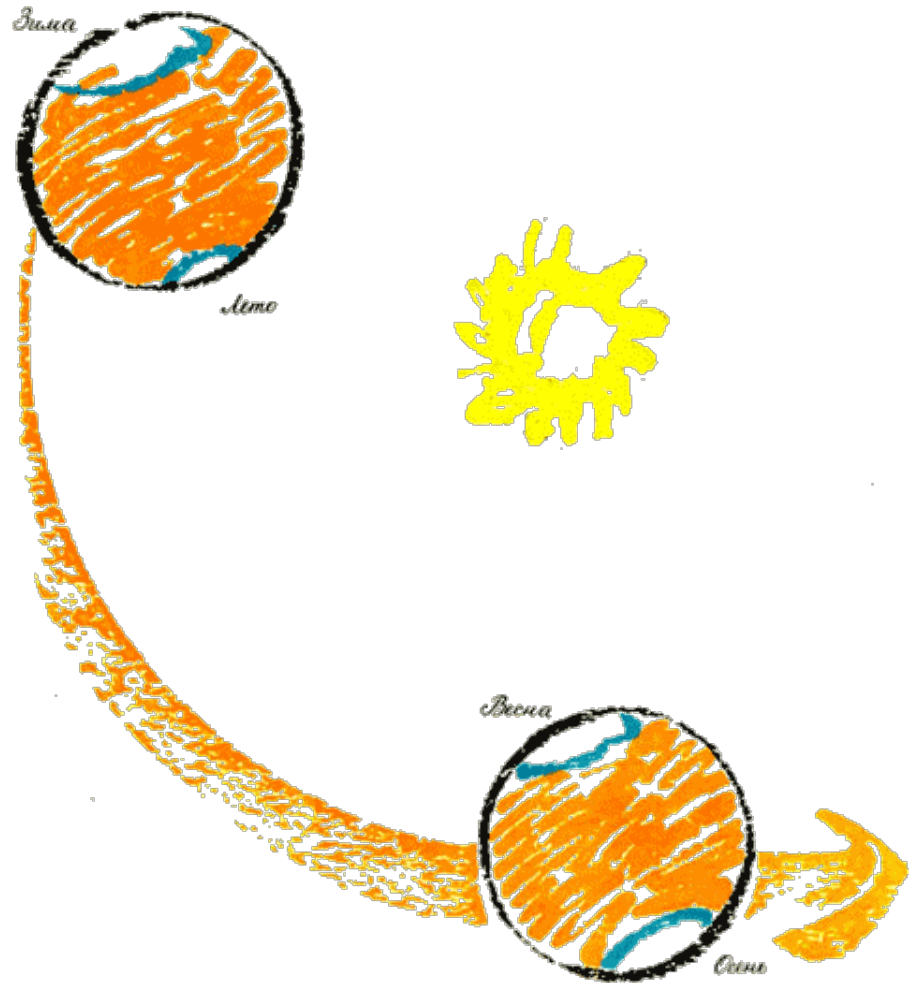
С помощью космических аппаратов была получена богатейшая информация о природе Марса в процессе изучения с пролетных траекторий, с орбит искусственных спутников и непосредственно на поверхности планеты.

Во время великого противостояния в августе 1877 года были открыты два маленьких естественных спутника Марса, которым дали названия Фобос и Деймос. Размеры их оказались столь малы, что даже самые крупные телескопы не способны с Земли увидеть очертания этих тел. Примерные размеры спутников астрономы пытались установить по величине их блеска.

В 1971 году с борта космического аппарата «Маринер-9» были получены первые фотографии спутников, сделанные с близких расстояний.

А в 1988 году в полет отправились сложные космические аппараты «Фобос-1» и «Фобос-2», целью которых стало детальное исследование Марса и более крупного спутника планеты — Фобоса.

Зима и лето красной планеты



Если когда-нибудь возникнет необходимость составить специально марсианский календарь, то, по-видимому, за основу можно будет взять наш, земной календарь — так много общего между особенностями вращения обеих планет.

Марс совершает оборот вокруг своей оси за 24 часа 41 минуту. Марсианские сутки лишь немного длиннее земных. Ось вращения Марса составляет угол в 24 градуса с перпендикуляром к плоскости его орбиты. Для Земли данная величина равна 23,5 градуса. Это обстоятельство означает, что смена времен года, или сезонов, на Марсе происходит так же, как и на Земле, только их продолжительность вдвое больше, поскольку полный оборот по орбите вокруг Солнца Марс делает за два земных года.

Как и на Земле, на Марсе можно выделить климатические пояса. Тропический пояс охватывает области, близкие к экватору. В средних широтах, к северу и к югу от тропического пояса, располагаются умеренные пояса. Вблизи полюсов, ограниченных полярными кругами, находятся холодные полярные пояса, вернее, южная и северная полярные шапки.

Но в отличие от Земли в тропиках Марса не растут пальмы, а в умеренных поясах не встретить живописных ландшафтов с лесами и равнинами. Только природа полярных зон примерно одинакова — вечный холод и снега.

Климат Марса из-за большей удаленности от Солнца значительно суровее земного. На единицу марсианской поверхности в среднем приходится меньше половины той солнечной энергии, которую получает земная поверхность. Поэтому среднесезонные температуры составляют всего лишь –60 градусов по Цельсию и значительно меняются в течение суток.

В северном полушарии начинается долгое, но прохладное

лето, а в южном — столь же долгая и суровая зима. Продолжительность этого периода составляет 180 марсианских суток. Но вот, миновав точку афелия, Марс опять устремился к Солнцу. Быстро, за 150 суток, проходят осень в северном полушарии и весна в южном, и можно опять праздновать марсианский новый год.

Неправда ли, очень похоже на сезонные циклы нашей Земли? В январе у нас снег и морозы, а где-нибудь в Южном полушарии Земли — в Южной Америке, Южной Африке или Австралии в самом разгаре жаркое лето.

Для жителей Земли жаркое лето, например в субтропиках, — это +30 или +35 градусов по Цельсию. А на Марсе?

Когда в марсианских субтропиках северного полушария прохладное лето сменяется короткой осенью, в середине дня температура не поднимается выше –20 градусов по Цельсию. К концу дня столбик термометра может опуститься до –40 градусов, а вечером, примерно в 21 час по нашим земным представлениям о времени, станет совсем холодно: -70 градусов. Вот такие на Марсе субтропики! Невольно вспомнишь, какое благодатное время с богатыми урожаями мандаринов и лимонов, других фруктов наступает осенью в субтропиках Земли!

Марс имеет сильно вытянутую орбиту, из-за чего в разные сезоны ощутимо меняется его близость к Солнцу и, соответственно, количество получаемого от Солнца тепла. В течение марсианского года величина солнечной энергии, поступающей на поверхность планеты, изменяется в полтора раза. По этой же причине продолжительность четырех времен года на Марсе тоже неодинаковая для северного и южного полушарий.

Совершим вместе с красной планетой полный оборот вокруг Солнца. Начнем, например, с перигелия — точки орбиты, в которой Марс наиболее близко подходит к нашему светилу. В это время в северном полушарии в самом разгаре, если так можно сказать, марсианская зима. Поскольку планета приблизилась к Солнцу, зимняя погода мягкая и не отличается суровостью. Но вблизи перигелия Марс движется с наибольшей орбитальной скоростью, поэтому сезон быстро кончается. Его продолжительность, как и лета в южном полушарии, составляет всего лишь 160 марсианских суток.

Очевидно, что лето южного полушария хотя и короткое, но «теплое».

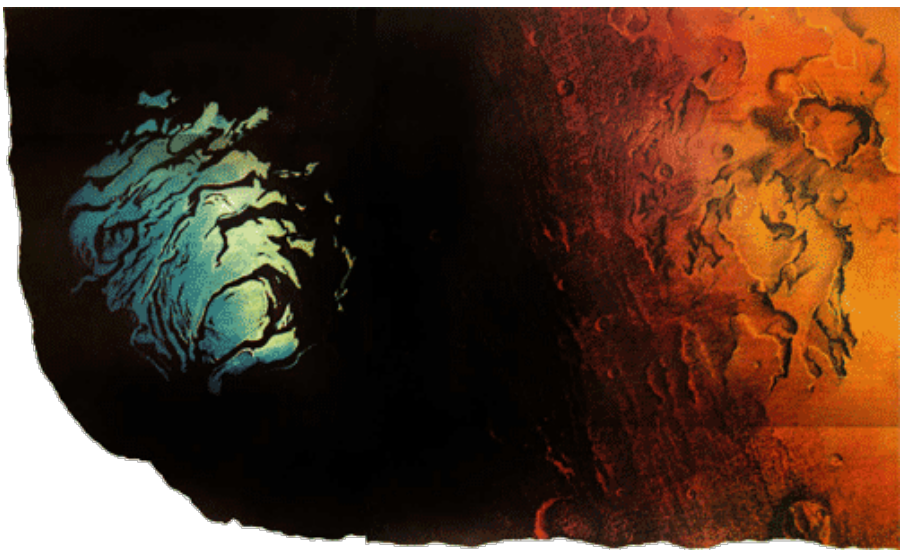
В северном полушарии начинается весна, а теплое южное лето сменяется прохладой осени. Оба эти сезона, каждый в своем полушарии, длятся долго — около 200 марсианских суток. Планета приближается к точке наибольшего удаления от Солнца

— афелию. Скорость орбитального движения уменьшается, и темп сезонных изменений тоже падает.

Но вот осень в северном полушарии Марса сменилась, как мы уже говорили, короткой и мягкой зимой. И что же? Самая высокая температура в это время не превышает –50 градусов, а ночью мороз достигает –120 градусов. Да что говорить о зиме, когда даже летом на исходе ночи, перед рассветом, в субтропической и тропической зонах Марса температура может опускаться до –90 градусов.

На Земле отличить один сезон от другого проще всего в умеренном климатическом поясе: буйная зеленая растительность лета сменяется белыми снегами зимы. Так увидели бы сторонние наблюдатели сезонные изменения на нашей планете.

Наблюдая Марс, астрономы прежде всего заметили сезонные изменения в высоких широтах, то есть в полярных климатических зонах.



В самый разгар лета в южном полушарии Марса полярная шапка настолько уменьшается в размерах, что становится неразличимой с Земли. Подробности снежного покрова можно рассмотреть с близкого расстояния от планеты, например с орбиты искусственного спутника Марса. На этом рисунке размеры области, покрытой инеем и снегом, не превышают 400 километров на местности. Положение центра полярной шапки смещается от географического полюса к полюсу холода. Точка южного полюса на рисунке находится на краю заснеженной области ниже и левее ее центра. В это время долгого полярного дня

Солнце еще невысоко поднялось над горизонтом южного полюса. В правой части рисунка поверхность освещена лучше. Но все же и косые лучи Солнца позволяют хорошо разглядеть подробности снежного покрова яркой полярной шапки.

Еще в конце XVIII века Вильям Гершель в Англии при наблюдениях Марса подметил, что размеры белых полярных шапок планеты периодически изменяются, а цикл этих изменений полностью совпадает со сменой сезонов.

Возникло предположение, что с началом лета ледяные или снеговые полярные шапки начинают интенсивно таять.

Далее было обнаружено, что уменьшение «снеговых» шапок влечет за собой «волну потемнения», которая медленно распространяется из полярных областей в умеренные широты. На первый взгляд это явление вполне убедительно говорило о потоках влаги, оживляющих в теплый сезон марсианскую поверхность.

Примерно через 100 лет после наблюдений В. Гершеля итальянские астрономы А. Секки и Д. Скиапарелли сообщили в разное время, что они видят тонкие, длинные линии, как бы связывающие сетью каналов полярные и умеренные зоны планеты. Название «каналы» утвердилось за этими образованиями.

Но что понимать под этим словом.

Американский астроном П. Ловелл, построивший в пустыне Аризоны специальную обсерваторию для наблюдений Марса, был, например, горячим защитником гипотезы искусственного происхождения каналов. Вокруг этого предположения другие ученые выстраивали еще более удивительные гипотезы о существовании марсиан и марсианской цивилизации, более развитой, чем земная.

Около семидесяти лет длилось это «нашествие марсиан на Землю» и не прекращались споры о существовании самих каналов.

Объекты подобных размеров находятся на пределе видимости с Земли. Поэтому часть наблюдателей «видела» каналы, другая часть утверждала, что происходит «обман зрения» и отдельные, не связанные на самом деле между собой мелкие детали воспринимаются как тонкие линии или сеть подобных линий.

Что же происходит в действительности и какова природа сезонных изменений Марса на самом деле?

Не будем подробно прослеживать весь путь открытий и заблуждений, который пройден наукой, прежде чем ею были

добыты достоверные факты. Многие десятилетия потратили астрономы на наблюдения и обдумывание результатов, годы провели конструкторы над проектами космических аппаратов, прежде чем были получены известные сегодня знания о природе Марса. Конечно, известно еще далеко не все. Многие подробности ждут своего уяснения.

Итак, что же мы узнали? Да, полярные шапки Марса действительно изменяют свои размеры и структуру из-за того, что сезонные изменения температуры влияют на состояние замерзшего вещества этих образований. Да, волна потемнений действительно существует и периодически проходит от полярных областей в умеренные пояса и обратно. Но природа этого явления совсем иная, чем думали астрономы.

Оказалось, что каналов в том понимании, какое существовало во времена споров, на поверхности Марса нет. С борта космических станций были сфотографированы удивительные детали рельефа — огромные долины и протяженные трещины. Совместить какой-нибудь из каналов, нанесенных на старые карты, с вновь обнаруженной долиной или трещиной в марсианской коре не удалось. И уж тем более, эти достоверные образования не имеют никакого отношения к сезонным изменениям полярных шапок или к природе волн потемнения.

Следует ли разочаровываться и огорчаться, что реальная действительность оказалась гораздо скучнее придуманных гипотез? Наверное, нет. Природные механизмы наблюдаемых явлений не менее интересны. Когда становятся понятными причины и следствия и видишь, как одно событие естественно вытекает из другого, остается лишь в очередной раз воскликнуть: ну как же все удивительно устроено природой!

Наиболее заметный рост белых верхушек Марса происходит с начала осени до начала весны в каждом полушарии. Осенью над полярной областью начинает сгущаться плотная белая мгла. Постепенно она окутывает значительную территорию, распространяясь, особенно в южном полушарии, на часть умеренного пояса. Этот плотный туман сохраняется до весны, когда под ним постепенно начинает проглядывать сама полярная шапка. С приходом весны размеры белого пятна начинают быстро уменьшаться и значительная часть полярной шапки стаивает. Оказывается, полярные белые области Марса состоят из двух слоев. Нижний и основной слой образован обычным водным льдом. Подобно ледовому материку на Земле — Антарктиде, толщина северной полярной шапки Марса, состоящей из льда, может достигать 4 километров.

Этот гигантский резервуар замерзшей воды в полярных

областях Марса во время смены сезонов практически меняется по размерам очень мало. Наблюдаемые сезонные изменения полярных шапок происходят за счет второго, верхнего слоя, состоящего из замерзшей углекислоты или «сухого» льда.

С приближением марсианской осени над полярными областями начинают появляться неустойчивые голубовато-белые облака. Сначала облака, едва сгустившись, исчезают и не живут больше одних суток. Потом одни и те же образования можно наблюдать в течение нескольких суток. Наконец, как уже упоминалось выше, полярную зону окутывает плотная мгла. В это время на поверхность осаждается снег или иней из углекислоты.

Слой «сухого» льда невелик и достигает лишь нескольких сантиметров, но площадь, покрываемая им, быстро растет.

Замерзшая углекислота укутывает и льды постоянной полярной шапки, и еще большую территорию окружающей поверхности.

В это время температура полярных областей Марса опускается до –125 градусов по Цельсию, до самой низкой отметки во все времена года на всей планете. Эта температура как раз и соответствует известной из физики температуре замерзания углекислоты в условиях Марса, то есть при существующем там низком давлении.

С наступлением весны повышающаяся температура поверхности разрушает слой инея, полярные шапки постепенно уменьшаются до незначительных размеров. Летом в полярной зоне температура повышается до — 70 градусов. Остается лишь нижний, основной слой полярного льда, который не тает, потому что состоит из замерзшей воды. А для таяния водного льда, как мы знаем, нужны гораздо более высокие температуры, гораздо большее количество тепла. Но подобного тепла нет не только в полярных зонах Марса, его нет и в умеренных поясах, нет и в тропиках планеты.

То, что было рассказано о полярных шапках Марса, относится и к северной и к южной верхушкам планеты. Но есть и некоторые своеобразные отличия.

Припомните, лето в северном полушарии приходится на время прохождения планетой афелия, то есть точки наибольшего удаления от Солнца. А лето в южном полушарии совпадает с прохождением перигелия, то есть с наибольшим приближением к Солнцу. Для климатических особенностей Марса это означает, что вода систематически собирается у северного полюса, а углекислоты больше накапливается у южного.

На эти процессы, происходящие в масштабах всего марсианского шара, оказывают влияние и другие особенности

природы планеты. Но вот интересная подробность: южная полярная шапка больше состоит из углекислоты, а северная полярная шапка в большей мере образована водяным льдом вперемешку с пылью. В районе южного полюса располагается и «полюс холода» Марса. Здесь были зафиксированы самые низкие температуры: -139 градусов по Цельсию.

Эти общие выводы подтверждают наблюдения космических аппаратов непосредственно на марсианской поверхности.

Приборы, работавшие на поверхности Марса в течение долгого времени, зафиксировали в северном полушарии падение атмосферного давления до минимума осенью, непосредственно перед осенним равноденствием по марсианскому календарю.

Позже давление стало подниматься и увеличилось на 30 процентов до максимального значения в середине зимы, примерно во время зимнего солнцестояния.

Обратим особое внимание на то, что приведенные данные относятся к северному полушарию!

И вспомним, что в первом случае в это же время южная полярная шапка в процессе сезонных изменений достигла своих наибольших размеров, так как был конец зимы — начало весны для южного полушария, а во втором случае полярная шапка уменьшилась до предела, так как в южном полушарии в это время в самом разгаре было лето.

Что же происходило? В первом случае заметная доля углекислого газа в воздухе Марса вымерзла, сконцентрировалась на поверхности в южной полярной области и в прилегающих территориях. Поэтому общая масса атмосферы уменьшилась и давление упало.

Но измерения ведь были сделаны в северном полушарии. Значит, массы углекислого газа перетекли через всю планету, как бы всасываемые южной полярной шапкой.

По подсчетам специалистов, объем вымерзшей части углекислого газа мог составлять примерно 5000 кубических километров! Этого количества газа хватило бы на то, чтобы покрыть «сухим» льдом толщиной в 23 сантиметра всю площадь южной полярной шапки в период ее наибольших размеров.

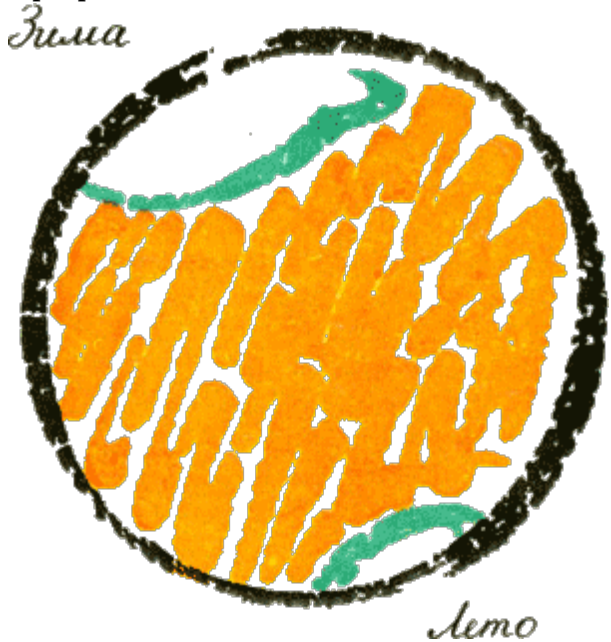
Во втором случае — наоборот, летнее тепло испарило покров из «сухого» льда, количество газа в атмосфере планеты заметно увеличилось, и на всем марсианском шаре поднялось атмосферное давление. И опять массы газа текли через всю планету, но уже в обратном направлении.

Отвлечемся на короткое время от описания марсианского климата и из марсианского лета перенесемся в жаркое лето на Земле. Пусть мы оказались на раскаленной летним зноем

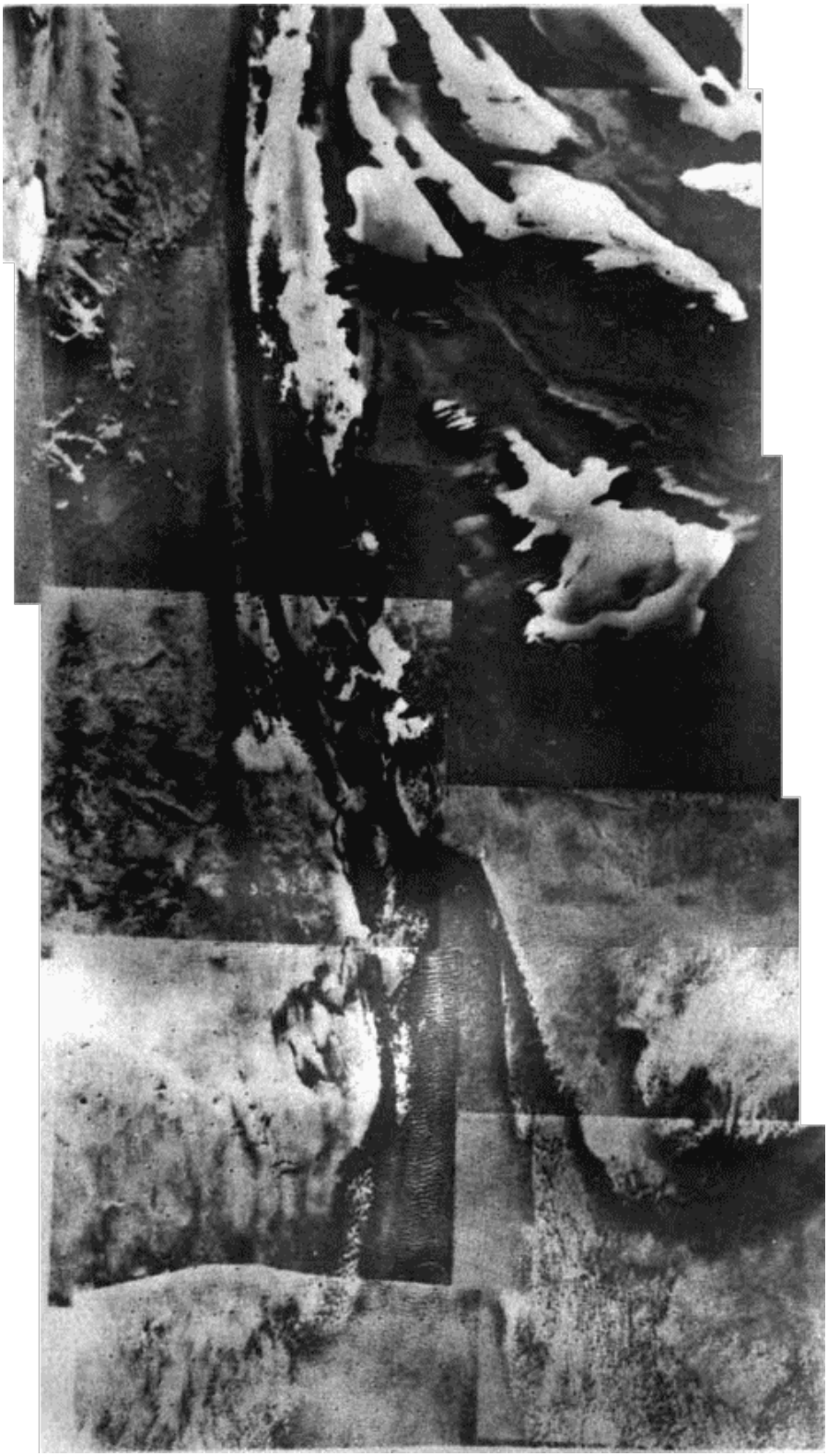
городской улице. Подойдем к киоску с мороженым. Вполне закономерное и естественное желание в такой жаркий день. Но… мы здесь по делу… Главная наша цель — не мороженое, а… «сухой» лед. Да-да, тот самый, из которого состоят марсианские полярные шапки! Попросите у продавца разрешение заглянуть в контейнер с пачками мороженого, и вы увидите среди сладких и вкусных брикетов слегка «дымящиеся» кусочки «сухого» льда.

Положим один такой кусочек на солнечное место. Очень скоро лед исчезнет без следа. Кусочек «сухого» льда растаял, но никакой лужицы после него не осталось.

При нагревании замерзшая углекислота из твердого состояния сразу переходит в газообразное. То есть лед не «тает», а испаряется, превращается не в жидкость, а в газ.



Из отдельных снимков, полученных искусственным спутником Марса, носившим название «Викинг-2», можно сложить мозаику. На двух мозаичных изображениях рельефа — снежный покров на краю северной полярной шапки. На снимках, составивших мозаику, можно различить многие подробности рельефа. В нижней части левой мозаики видна мелкая рябь на поверхности Марса. Это долина, сплошь покрытая песчаными дюнами.



Снимки получены в период летнего сезона в северном полушарии. Полярная шапка уменьшилась в размерах, и только на вершинах холмов и протяженных возвышенностях остался покров из льда и снега.

То же самое происходит и на Марсе, когда начинают «таять» полярные шапки. Верхний слой углекислого льда или инея с наступлением весны и лета испаряется. Поэтому сезонные изменения нельзя связывать с потоками жидкой воды, текущими по поверхности планеты от полярных зон в умеренные широты, как это думали астрономы в прошлом.

Но что же происходит, ведь сезонные волны потемнения — это вполне реальное явление, достоверно установленный эффект?

Да, это явление многократно наблюдалось и относится к одному из самых впечатляющих и до недавнего времени весьма загадочных процессов на Марсе.

С наступлением весны от полярных шапок в направлении к экватору начинает двигаться темный вал — волна потемнения. Со

скоростью конного экипажа эта волна за два марсианских месяца добирается до экватора и, пересекая его, движется дальше. Летом, когда размеры полярной шапки уменьшаются до минимума, темная полоса оказывается уже в противоположном, зимнем полушарии. Но начинается осень, и рост размеров полярной шапки как бы возвращает полосу потемнения назад. Быстро проходит волна изменений в обратном направлении, потемневшие было за лето области опять приобретают свой зимний, более светлый оттенок.

По заманчивым объяснениям сторонников развитой марсианской жизни, весенние воды оживляли буйную растительность, которая произрастала в течение лета и увядала, жухла с началом осени, когда потоки воды в каналах иссякали.

Но теперь мы знаем, что ни воды, ни каналов, увы, на Марсе нет. А волны потемнения, как оказалось, вызываются громадными процессами перемещения пыли.

Помните, в начале главы мы рассказывали о воздушных потоках, охватывающих всю планету и меняющих свое направление от одного полюса к другому в разные сезоны марсианского года.

Но что такое воздушный поток в атмосфере планеты? Это же ветер, хорошо нам знакомый, обычный ветер, который может быть и приятным дуновением прохлады и жестоким ураганом.

Ветер, который дует в одном и том же направлении в течение длительного времени, уносит верхний слой сыпучего материала поверхности — светлую пыль, в результате чего обнажаются более темные участки ландшафтов. Светлая пыль уносится все дальше к экватору, а вслед за ней движется волна потемнения — это обнажаются более темные породы.

Затем направление ветров меняется. На смену летнему сезону приходит осенне-зимний, и светлая пыль возвращается на свое место. Волна прошла в обратном направлении, сезонный цикл замкнулся. Планета продолжает свое кружение в пространстве, лето сменяется зимой, сильный холод сменяется не очень сильным. Пульсируют, не затихают природные циклы.

Ураган на всей планете

Марс имеет массу в десять раз меньшую, чем Земля. Сила тяжести на поверхности планеты тоже существенно меньше земной. Критическая скорость, необходимая, чтобы преодолеть земное притяжение, составляет 11 километров в секунду. На Марсе достаточно развить скорость 5 километров в секунду, чтобы навсегда покинуть планету.

Атомы и молекулы газов под влиянием теплового движения очень часто разгоняются до такой скорости и свободно уходят в межпланетное пространство. Этим и объясняется малая плотность современной атмосферы Марса.

Давление у поверхности планеты в среднем такое же, как в земной атмосфере на высоте примерно 35 километров над поверхностью нашей планеты. Значит, среднее давление у поверхности Марса в 160 раз меньше, чем давление воздуха на Земле на уровне моря. Но эта величина колеблется в зависимости от характера местности. В низинах давление в пять — десять раз выше, чем на вершинах гор.

Марсианский воздух состоит на 95 процентов из углекислого газа и незначительных долей азота, кислорода, паров воды и некоторых других газов. В атмосфере Марса, а значит, и в марсианских облаках очень мало водяного пара, примерно в 100–200 раз меньше, чем в воздухе самых сухих районов Земли.

Наиболее «сухой» сезон в каждом полушарии Марса приходится на зиму. Низкие температуры вымораживают и без того мизерное количество водяных паров в атмосфере, которые оседают на поверхность в виде инея.

Весной содержание водяного пара в воздухе относительно увеличивается и к середине лета достигает наибольшей величины.

В летнем воздухе Марса в утреннее время на всех широтах часто можно наблюдать туманы. Так же как и углекислый газ, водяной пар перемещается в зависимости от времени года. Так как его содержание в атмосфере невелико, подобные изменения могут уловить только очень чувствительные приборы. Например, в северном полушарии в период между летним солнцестоянием и осенним равноденствием наибольшее содержание водяных паров в атмосфере постепенно перемещается от полярной области к экваториальным широтам, то есть вслед за уходящим летним теплом.

Легкие облака из водяного пара образуются на сравнительно небольших высотах — менее 20 километров над поверхностью. А

вся атмосфера Марса простирается на расстояния в десять раз больше. Выше водяных облаков — облачные массивы из конденсата углекислоты, которые иногда достигают больших размеров и сохраняются на протяжении нескольких недель.

В некоторых районах, часто над горами, наблюдаются кучевые и перистые облака, формирующиеся на высотах примерно 50 километров над поверхностью.

Можно представить, что на фоне розоватого марсианского неба эти серебристые призрачные узоры выглядят очень живописно.

В нашей, земной атмосфере основные облачные образования не поднимаются выше нескольких километров. Реактивный самолет даже в самый ненастный день, пробив тяжелые тучи, выходит на солнечные просторы. Все облака оказываются внизу, а кругом только темно-синее небо и слепяще-яркое Солнце. Бортпроводница сообщает, что полет проходит на высоте 9 или 10 километров. А на Марсе облачность в несколько раз выше.

Еще одна интересная подробность — необычный цвет марсианского неба.

Почему земляне в безоблачный день видят голубое небо?

Когда белый свет Солнца, который, как известно, слагается из многих цветов спектра — от темно-красного до фиолетового, — попадает в земную атмосферу, путь лучей оказывается разным. Фиолетовые и синие лучи окрашивают небосвод, потому что рассеиваются внутри атмосферы, а желтые и красные свободно проходят сквозь воздушную оболочку Земли. Поэтому, если мы смотрим прямо на Солнце, высоко над горизонтом оно кажется нам несколько желтоватым. А во время захода или восхода, когда солнечным лучам приходится пронизать большую массу воздуха, прежде чем попасть в наш глаз, Солнце имеет красный цвет. Голубые и фиолетовые лучи полностью потерялись, рассеялись по дороге, и до нашего глаза добрались только желто-красные.

Но всегда ли безоблачное небо бывает чисто голубым?

Каждый, наверное, мог заметить, что после долгого засушливого периода небо кажется каким-то белесым, тусклым. Но стоит пройти хорошему ливню, и умытые небеса опять сияют голубизной!

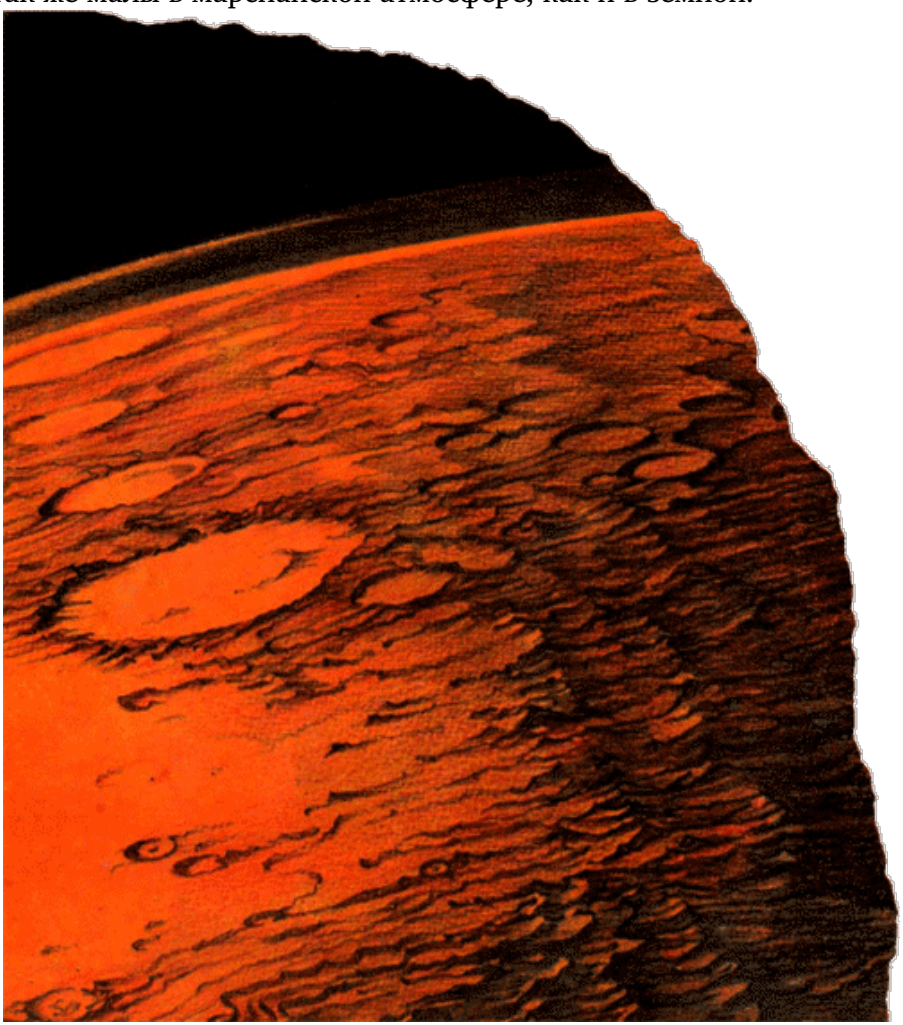
Что же произошло?

Во время сухого периода в воздух поднялось много пыли и мелких песчинок, на которых лучи света тоже рассеиваются, отражаясь от них многократно и воспринимая цвет этих твердых частиц. Именно пыль и песчинки, замутнившие атмосферу, придают небу несвойственный ему белесоватый оттенок. Когда же дождь прибьет пыль к земле, воздух очистится, небеса вновь

станут естественного голубого цвета.

Наблюдатели, поднимавшиеся на стратостатах, отмечали/ что непосредственно над горизонтом, который выделяется полосой белой дымки, небо имеет светло-синий оттенок. Несколько выше этого слоя оно окрашено в сине-голубой цвет такой насыщенности, какую мы видим с поверхности Земли. Ближе к зениту цвет неба становится темно-синим, почти черным.

Примерно таким же можно увидеть дневное небо Марса. Ведь характер рассеивания света газовой средой не зависит от ее химического состава и определяется размерами частиц, рассеивающими солнечные лучи. В чистом, незапыленном воздухе свет рассеивают молекулы газа. Их размеры, очевидно, так же малы в марсианской атмосфере, как и в земной.



Интенсивность окраски зависит от количества рассеивающих

частиц. Поэтому, когда луч зрения пересекает толщу атмосферы по кратчайшему пути (наблюдатель смотрит в зенит), в сильно разреженной атмосфере голубое свечение почти незаметно и небесный свод имеет темно-синюю или вовсе черную окраску. При наблюдении горизонта и прилегающих к нему зон на пути луча зрения оказывается толща атмосферы в двадцать с лишним раз большая. Слабое свечение газовой среды становится более насыщенным.

По аналогии с Землей можно было бы считать, что в реальных условиях Марса над горизонтом должна простираться область голубого свечения, выше голубого пояса — черный купол неба, а находящаяся в атмосфере пыль — придавать всему небесному своду белесоватый оттенок.

Но многочисленные цветные фотографии марсианских ландшафтов, сделанные непосредственно на поверхности, упорно демонстрируют нам розовое небо над горизонтом, постепенно переходящее в черный купол ближе к зениту.

В марсианской атмосфере постоянно содержится значительное количество пыли. Поднятые с красной поверхности мельчайшие частицы переносят этот удивительный цвет планеты и на ее атмосферу.

В чем же причина такой устойчивой замутненности марсианского воздуха, несмотря на сильную разреженность самой газовой оболочки?

1971 год — год великого противостояния. К Марсу направились два советских и один американский космические аппараты. Их задача — выйти на орбиты искусственных спутников планеты для длительных исследований и телевизионной съемки поверхности. Наименьшее расстояние между Землей и Марсом, равное всего лишь 56 250 тысячам километров, приходится на 10 августа.

Незадолго до этого срока, в июле, наземные обсерватории отмечали, что на планете различаются все известные детали. Четко видны контуры южной полярной шапки, видна северная полярная шапка. Контраст морей и материков хорошо разделяет очертания темных и светлых областей. И не отмечено абсолютно никаких признаков облачности.

Но уже во второй половине сентября начали наблюдаться явные приметы сильной пылевой бури. В средних широтах южного полушария появились отдельные пылевые облака желтого цвета. К концу сентября плотная мгла окутала значительную часть всего южного полушария. В последний день сентября в желтой пелене пропала южная полярная шапка.

В ноябре три космических аппарата, с разрывом в несколько

дней, приблизились к Марсу и перешли на орбиты его искусственных спутников. Пылевая буря продолжалась с прежней интенсивностью. Наблюдать детали поверхности оказалось невозможно из-за плотной пелены облаков.

Поскольку облака не пропускали солнечное излучение, температура поверхности понизилась. Измерения с космических аппаратов показали, что в отдельных местах весьма заметно «похолодало»: от 10 до 60 градусов ниже обычных для этого сезона температур.

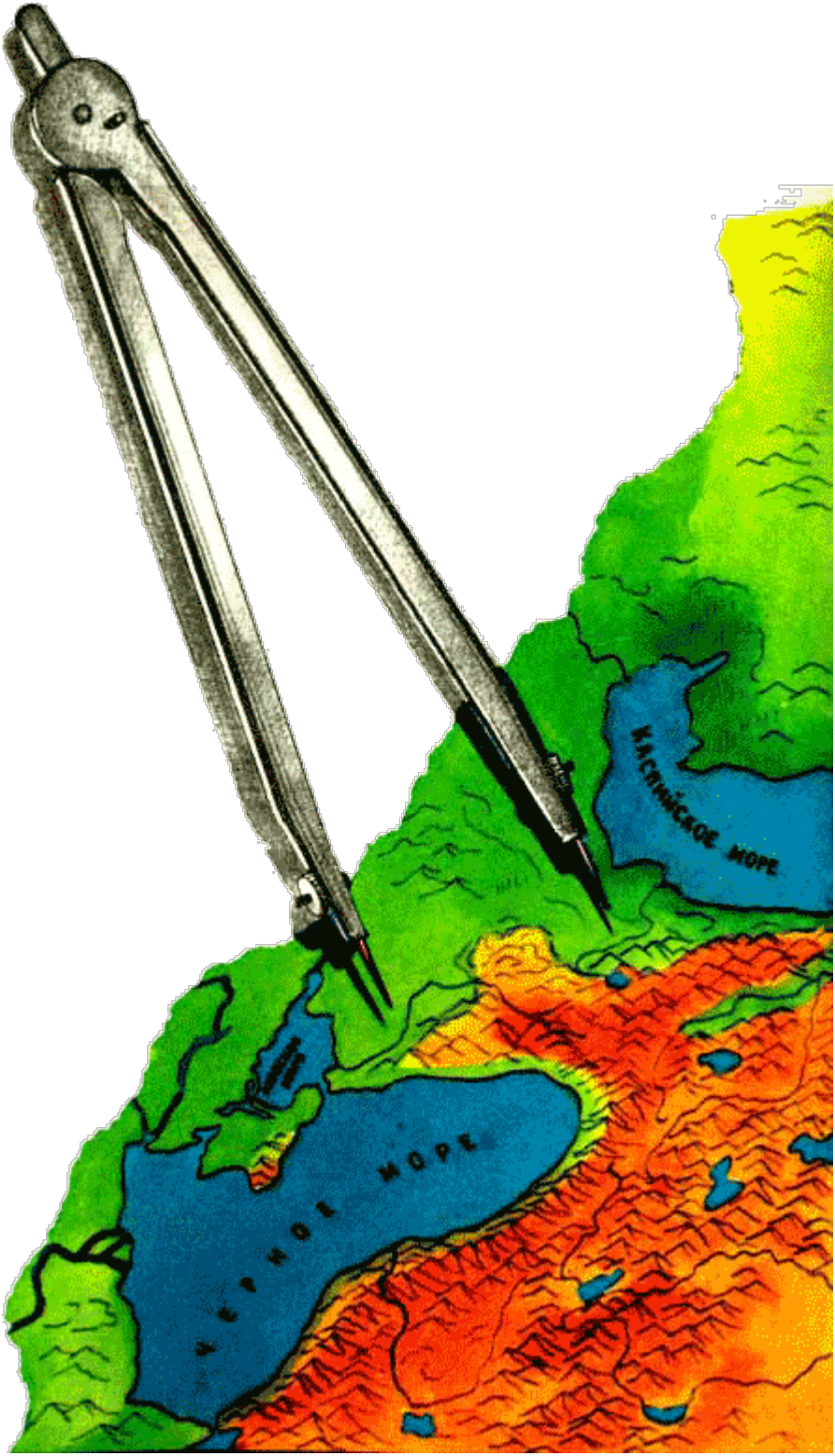
Только в первой декаде января следующего, 1972 года буря стала утихать, атмосфера очистилась от плотных пылевых облаков и восстановился обычный температурный режим поверхности.

Изучая многочисленные снимки поверхности Марса, сделанные с космических аппаратов, ученые отметили, что перед началом сильной пылевой бури в отдельных местах начинают появляться столбы пыли шириной около 1 километра на высотах от 1 до 16 километров над поверхностью. На Земле подобные образования достигают лишь нескольких сотен метров в высоту и не играют существенной роли в зарождении пылевых бурь. На Марсе же, по-видимому, с возникновения мощных вихревых столбов пыли начинается развитие бурь. Ученые назвали такие вихри «пылевыми дьяволами» — настолько коварна их роль в зарождении грозного, охватывающего всю планету явления.

Итак, обычно во время противостояния, особенно во время великого противостояния, когда планета проходит перигелий, Марс погружается в пучину пылевых ураганов. Хотя исследование пылевых бурь еще далеко не полностью выявило природу этих грандиозных явлений, в общих чертах причины их возникновения понятны. Близкое Солнце усиливает нагрев поверхности и атмосферы днем, создавая резкие климатические изменения в течение сравнительно коротких марсианских суток. Все это нарушает равновесие марсианской среды. Начинаются вихри, усиливаются ветры.

По скорости перемещения наблюдаемых пылевых облаков обнаружено, что ветры дуют со скоростью 40–60 километров в час. Пыль становится удивительно подвижной. Очень мелкие песчинки могут переноситься на огромные расстояния.

При оседании на поверхность планеты каждая песчинка, летящая с большой скоростью, выбивает другие, и количество пыли в воздухе все время растет.


КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ

Ученые подсчитали, что, несмотря на малую плотность, атмосфера Марса во время бури поднимает и удерживает во взвешенном состоянии громадное количество пыли, более одного миллиарда тонн! Конечно, это всего лишь тысячные доли процента от общей массы атмосферы планеты, но этого вполне достаточно, чтобы резко изменить климатическую обстановку на всем марсианском шаре.

Сопоставление многих результатов наблюдений и теоретические расчеты приводят к выводу: типичное время «жизни» пылевой бури составляет от 50 до 100 суток.

Были измерены высоты, на которые поднимаются пылевые облака во время бурь.

Оказалось, что верхняя граница облачного слоя находится на уровне от 7 до 15 километров. Все наиболее драматические события происходят на этих высотах. Непосредственно на самой поверхности при съемке с космических аппаратов наблюдалось только очень слабое потемнение марсианского неба. А средний размер пылинок, принимающих участие в этом грандиозном светопреставлении, очень мал — всего лишь сотые или тысячные доли миллиметра.

И только когда планета минует область сближения с Солнцем и резкие перепады температур и давлений начнут сглаживаться, наступает постепенное успокоение, пыль оседает, ветры утихают и воздух приобретает прежнюю прозрачность.

После всепланетного урагана на поверхности Марса остаются многочисленные ветровые шлейфы, простирающиеся за кратерами, вал которых поднимается над окружающей местностью. Эти светлые отложения мелкого песка являются пылевыми наносами и указывают направление господствовавших во время бури ветров.

Процесс переноса и оседания пыли самым тесным образом связан с движением водяных паров и углекислого газа в атмосфере планеты. Пыль вместе с водой переносится в основном к северному полюсу. Когда она оседает, вокруг полярной шапки образуется слой замерзшей во льду пыли. В это же время из южной полярной шапки интенсивно испаряется углекислый газ, увлекая с собой легкие частицы пыли и не давая ей в большом количестве оседать на поверхность.

Вот так — от полюса к полюсу — работает на всей планете удивительный единый механизм метеорологических процессов.

У самых высоких гор

Когда в знаменательный «год Марса» первые его искусственные спутники начали съемку поверхности в декабре 1971 года, сплошной завесой пылевой бури были закрыты все марсианские ландшафты. Только четыре высочайшие вершины планеты возвышались над желто-оранжевой мглой. Это были гигантские вулканы, правда давно потухшие, но сохранившиеся в виде конусообразных гор с громадными кратерами — жерлами.

Самая крупная из них — Гора Олимп не имеет себе равных во всей Солнечной системе. Если представить себе подножья Горы Олимп на фоне, например, Кавказских гор, то этот марсианский гигант займет почти всю территорию между Каспийским и Черным морями. А по высоте от подножья до вершины Гора Олимп почти в три раза выше величайшей горной вершины Земли — Джомолунгмы. Над окружающей местностью Гора Олимп вознеслась почти на 25 километров. Если удалиться от нее на расстояние около 400 километров, то вершину все еще можно было бы видеть над горизонтом. А если бы подобный гигант возвышался на Земле, например в районе Москвы, то для жителя Ленинграда его вершина также еще была бы видна над горизонтом. Неправда ли, великолепный ориентир для будущих марсианских путешественников! Но следует оговориться, что названные расстояния видимости имеют скорее теоретическое значение. На практике в земных условиях, и тем более в марсианских, на таких больших расстояниях гору рассмотреть не удалось бы из-за низкой прозрачности атмосферы.

Гора Олимп и три ее собрата расположены в одной области марсианской поверхности сравнительно близко друг от друга. Высота этих трех вулканов над подножьем немного меньше, но зато они находятся на возвышенности, которая достигает 4–5 километров над средним уровнем Марса. Поэтому, как и Олимп, эти горы значительно выступали из облачного слоя во время пылевой бури.

Несмотря на гигантские размеры, Гора Олимп не различима с Земли даже в очень крупные телескопы. Но ее существование все же было обнаружено.

Довольно часто вершину горы окружают яркие белые облака, поперечник которых равен 1000 километров. Этот венчик при хорошей погоде можно было заметить с Земли. Наблюдатели дали ему название Никс Олимпик, то есть Снега Олимпа, подозревая, что видят высокие горы с возможным снежным покровом.

Как теперь нам известно, эти предположения частично были верны. Хотя на вершине Олимпа и нет снегов, но там располагается огромный затопленный лавой кратер — жерло потухшего вулкана. Диаметр его составляет около 70 километров.

Рассматривая глобус Марса, можно убедиться, что рельеф северного и южного полушарий планеты заметно отличается по характеру образований. Большую часть северного полушария занимают сравнительно гладкие равнины, среди которых возвышаются вулканические горы, в том числе Гора Олимп и ее соседи.

В южном полушарии равнин сравнительно мало, и они не столь обширны, как пустыни северного полушария.

Основную территорию южнее экватора занимают многочисленные кратеры, подобные лунным.

Равнины северного полушария лежат ниже среднего уровня. Эти впадины на марсианском шаре подобны океаническим впадинам на Земле.

Области южного полушария, обильно испещренные кратерами, расположены на возвышенностях и напоминают материки Земли или Луны.

Границей различающихся по рельефу областей является не экватор, а большая окружность, наклоненная к экватору примерно под углом 35 градусов. Эта граница выделяется перепадом высот и поясом хаотичного рельефа, в котором наблюдаются многочисленные разломы, борозды и долины. Наиболее примечательна среди них Долина Маринера. Ширина ее достигает от 100 до 200 километров, а глубина — 5 километров. Помещенная на земную поверхность, Долина Маринера простерлась бы от Москвы до Иркутска.

На разных участках гигантский разлом марсианской коры сопровождается разветвленной сетью «притоков», внешне весьма похожих на земные овраги, протяженностью иногда до 300 километров!

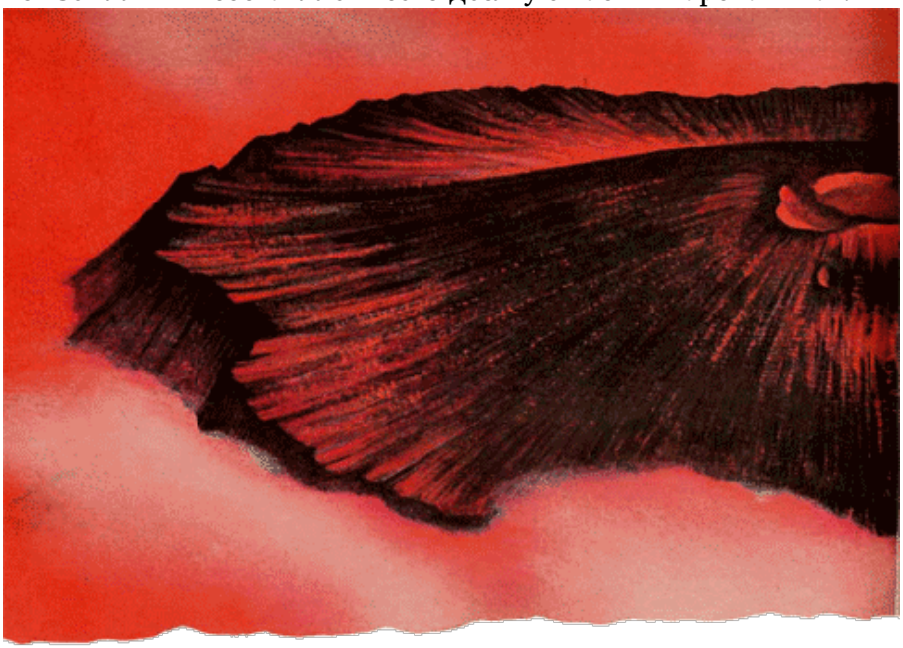
По своей природе Долина Маринера и вся система каньонов, ущелий, разломов, связанная с ней, по-видимому, родственна таким разломам земной коры, как Красное море — заполненное водой гигантское ущелье между двумя частями материков Африки и Азии. Но Красное море вдвое меньше и не имеет такой причудливой формы, как Долина Маринера.

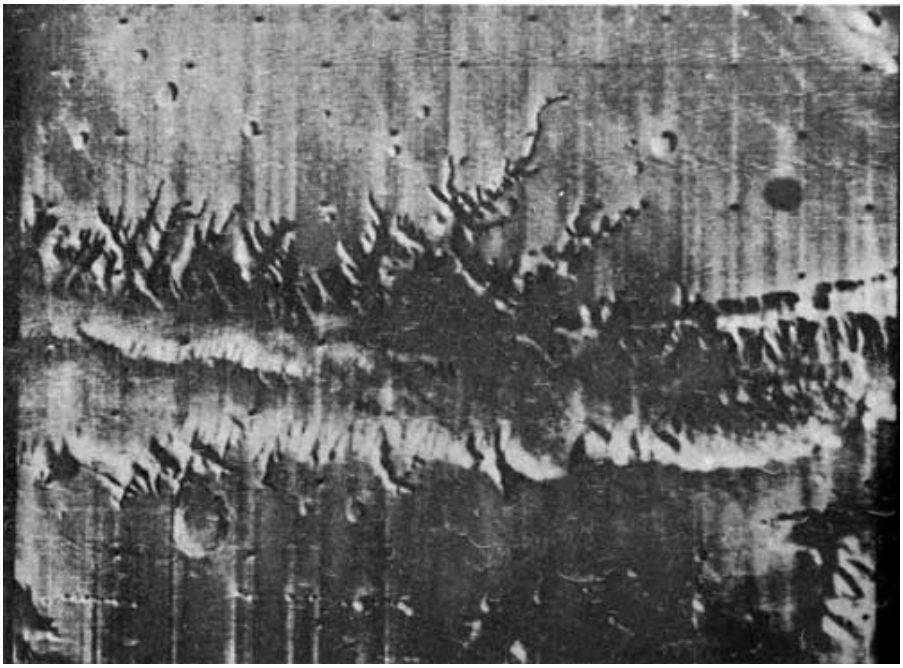
На отдельных участках марсианского разлома глубина каньонов доходит до 10 километров, высота уступов на стенках этого провала составляет примерно 2 километра. Если смотреть снизу, из бездны, — это все равно как если бы мы погрузились в Марианскую впадину на дне Тихого океана и оттуда, задрав

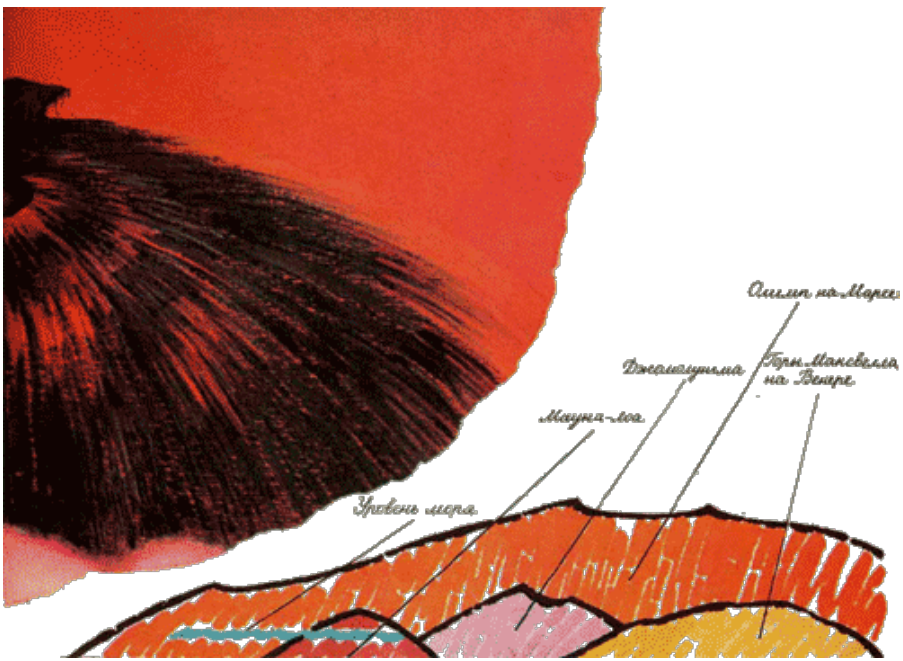
голову, смотрели бы вверх.

Сравнение земных и марсианских форм рельефа показывает, что на меньшей по размерам планете силы внутренней деятельности недр породили более грандиозные горы и долины.

Подобием марсианского Олимпа может служить вулкан Мауна Лоа на Гавайских островах. Если заглянуть в глубины океана, мы увидим, что эта гора также представляет собой конус значительных размеров. Поперечник основания Мауна Лоа на дне океана достигает примерно 200 километров. Над поверхностью воды возвышается лишь вершина горы. Высота вулкана от дна океана (от подножья) составляет 9 километров. Но все же, подсчитав объемы земной и марсианской горы-гиганта, убедимся, что «землянин» составляет всего десятую часть «марсианина».







Снимок крупнейшей марсианской долины с большим количеством «притоков», внешне похожих на земные овраги. Размеры площади, отображенной на снимке, составляют 370 километров на 480 километров. Изображение было получено телевизионными камерами

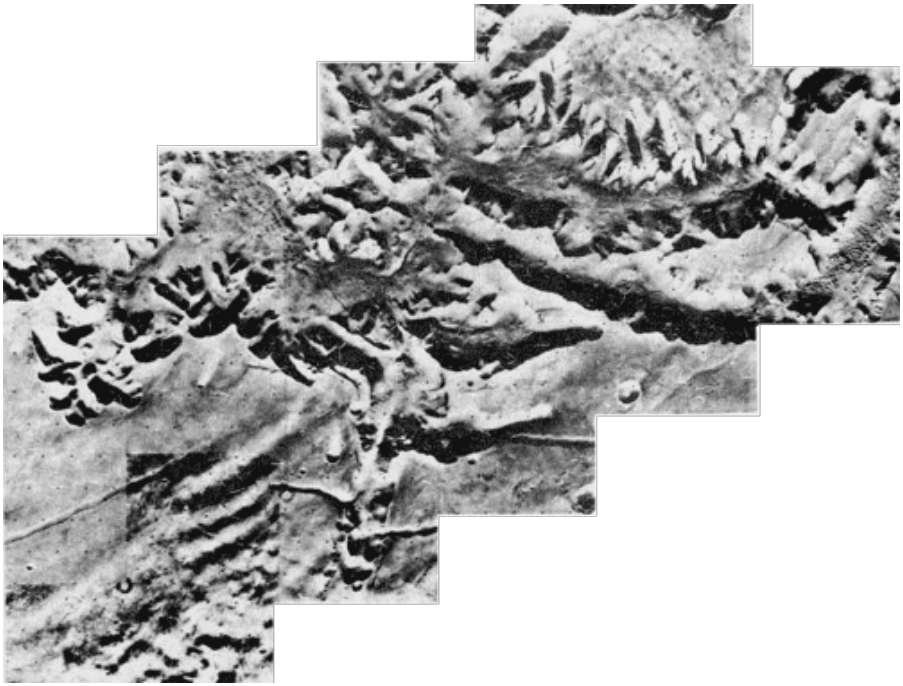
космического аппарата «Маринер-9» и передано на Землю в начале января 1972 года. Это было одно из первых изображений гигантской системы долин в южном полушарии Марса.

Вулканы и разломы возникают из-за внутренней активности планет. Но кроме деятельности недр, свое влияние на внешний вид планеты оказывают события, происходящие в окружающем космическом пространстве, а также процессы на поверхности и внутри планетной среды.

Атмосфера Марса очень разрежена, и она не может служить существенным препятствием для падающих на его поверхность метеоритов. Эти космические путешественники несутся в межпланетном пространстве с громадными скоростями — в среднем 15–20 километров в секунду. Подобные скорости трудно представить. Переместиться за одну только секунду с северной Окраины Москвы на южную мы можем, пожалуй, лишь мысленно. Но мчащееся к поверхности планеты такое тело, даже небольших размеров, обладает громадным запасом кинетической энергии. При ударе о твердое препятствие энергия движения превращается в тепловую энергию. Происходит взрыв, по силе примерно равный атомному или термоядерному взрыву.

Многочисленные следы таких встреч с метеоритами и более крупными телами остались на возвышенных участках материков южного полушария.

Что же здесь происходило? При ударе о поверхность падающее тело успевает углубиться на небольшую глубину, и уже через сотые или даже тысячные доли секунды происходит взрыв. Выделяемое количество тепла таково, что может мгновенно испарять камень и железо. Поэтому космический пришелец, а с ним и значительная часть горных пород местности, куда пришелся удар, превращается в пар. Ударная волна от центра взрыва, очень быстро распространяется в окружающих скальных породах, дробит и выбрасывает на большие расстояния крупные и мелкие осколки. Образуется большое количество и самых мелких осколков — песчинок, которые потом превращаются в пыль. На месте испарившихся и разбросанных пород возникает выемка — ударный кратер.



Другая область гигантской системы долин была снята телевизионными камерами космического аппарата «Викинг-1» в сентябре 1976 года. Многочисленные разломы и провалы создают впечатление огромного лабиринта. Происхождение этого ландшафта еще не разгадано до конца. Ученые полагают, что подобные образования могли возникнуть в результате процессов, связанных с замерзанием и таянием подповерхностного льда. В центре изображения привлекает внимание тонкое извилистое русло на дне долины, похожее на русло высохшей реки.

Чем больше падающая космическая «бомба», тем крупнее оставшийся после удара кратер, поскольку энергия движущегося тела зависит не только от его скорости, но и от его массы. Следовательно, при падении с одинаковыми скоростями более массивный метеорит вызовет взрыв большей разрушительной силы.

Марс гораздо ближе, чем Земля и Луна, расположен к поясу астероидов, который находится между орбитами Юпитера и Марса. Можно предположить, что подобная близость в древние времена истории нашей планетной системы неоднократно приводила к столкновению с Марсом крупных тел, типа астероидов, к образованию наиболее значительных впадин.

Самые крупные из них — Эллада, Исида и Аргир достигают в поперечнике 2000, 1400 и 900 километров.

На Марсе кратеров размером менее нескольких десятков метров почти нет. А на Луне, например, есть впадины всех размеров: от величественных цирков в сотни километров поперечником до крошечных кратеров на отдельных частицах лунного грунта, которые можно разглядеть только в электронный микроскоп. Различия объясняются условиями на этих двух небесных телах.

У Луны совсем нет атмосферы, которая, как у Земли, могла бы служить защитой поверхности от падающих тел. Ведь к Земле пробиваются метеориты очень редко. Большинство их сгорает в атмосфере в результате трения о воздух при больших скоростях движения. Эти космические факелы мы наблюдаем в виде метеоров, или, как еще говорят, «падающих звезд». На Луну падают все метеоритные частицы, включая самые малые — с массой в миллионные доли грамма. Они-то и выбивают микроскопические кратеры на песчинках грунта.

Атмосфера Марса не столь плотная, как у Земли. Но все же она задерживает, частично затормаживает движение небольших метеоритов.

Внешне кратеры на Луне и Марсе похожи между собой. Небольшой приподнятый над окружающей местностью вал, углубленное сферическое или плоское дно и многочисленные следы разрушений внутри и вокруг круглой впадины — вот основные черты рельефа ударного происхождения, одинаковые для всех небесных тел, где они встречаются.

Глубина кратеров на Марсе меньше, чем на Луне. Вездесущая марсианская пыль, заполняя ударные воронки, делает их более плоскими, а ветры, разрушая гребни валов, покрывают первоначальные формы кратеров слоем раздробленного материала.

На снимках, сделанных космическими станциями непосредственно на поверхности Марса, удалось запечатлеть ландшафт планеты с большим количеством камней различных размеров и сыпучей пылью, заполняющей все промежутки и поры.

На равнинах и внутри крупных кратеров — песчаные барханы или дюны, как в зонах пустынь на Земле. Расстояние между марсианскими дюнами больших размеров достигает 1–2 километров.

В некоторых районах, где дуют постоянно ветры одного направления, за кратерами тянутся светлые шлейфы — это пылевые наносы, создаваемые господствующими ветрами и переносимой ими пылью. На темном фоне обнаженных пород

видны светлые параллельные полосы. По фотографиям кратерных шлейфов можно составлять карты направлений сезонных ветров для разных местностей.

Необычной и во многом еще загадочной особенностью марсианского рельефа являются длинные ветвящиеся долины протяженностью в сотни километров, с многочисленными извилистыми «притоками», своим внешним видом очень напоминающие высохшие русла земных рек. Их несколько десятков тысяч. Как правило, более узкие истоки берут свое начало в возвышенной части местности и, спускаясь по склону, расширяются к «устью». Иногда извилистые русла соединяют собой отдельные впадины.

Невероятная схожесть этих долин и русел земных рек поневоле заставляет задуматься над существованием потоков воды, прорезавших в поверхности Марса свои извилистые пути.

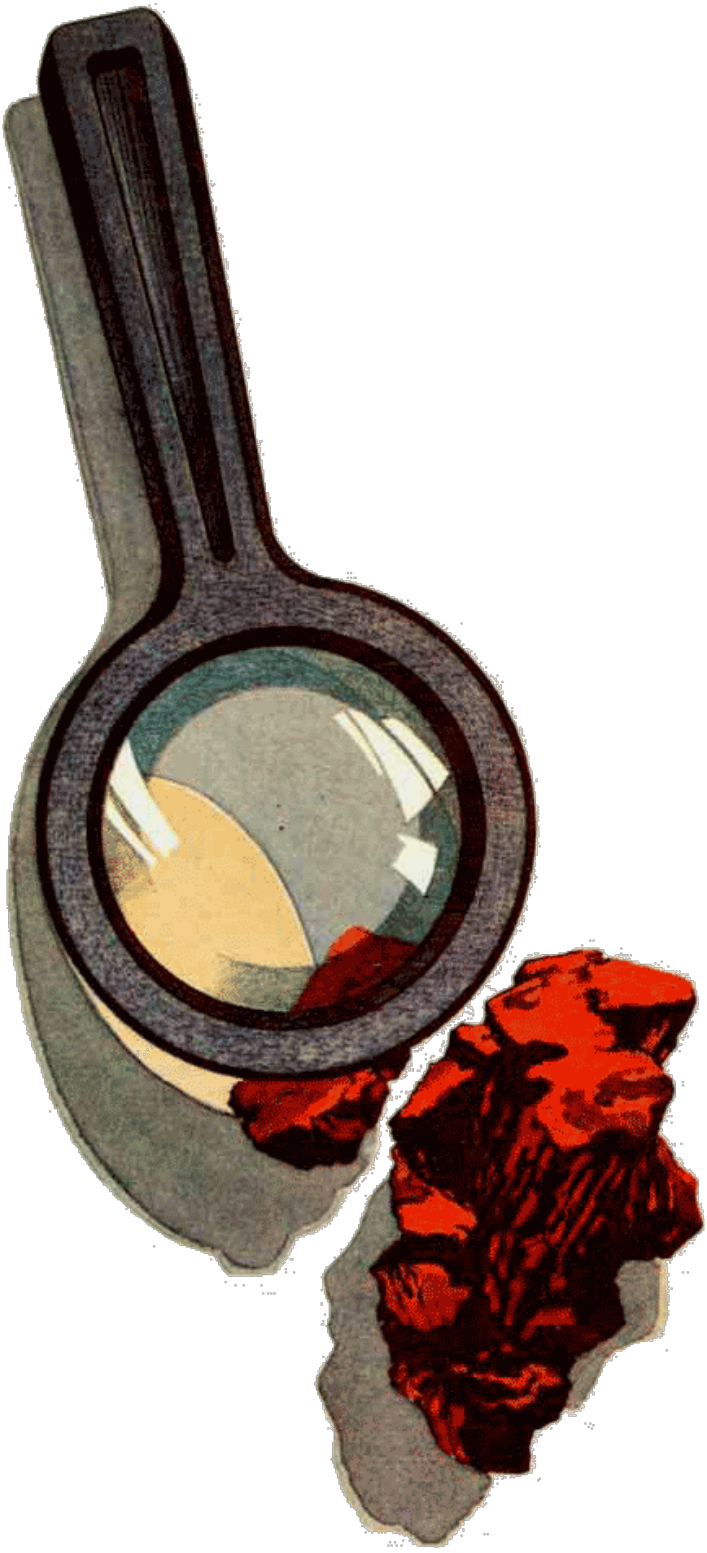
Для современных условий на планете подобная возможность нереальна, и ее можно сразу же отвергнуть. При таком малом давлении атмосферы, которое существует сейчас на Марсе, вода закипает даже не нагреваясь, по нашим привычным понятиям. Например, в низинах Марса, где давление его атмосферы достигает максимальных значений, вода должна кипеть уже при температуре в несколько градусов выше нуля. При среднем значении давления для поверхности Марса лед переходит в пар, минуя жидкое состояние. В настоящее время реки на Марсе не могут течь, поскольку не может существовать жидкая вода.

Но не исключено, что в другие времена условия на Марсе были иными.

Осколок Марса на Земле

Примерно 200 лет назад ученые стали обращать пристальное внимание на камни, падающие с неба, — метеориты. Их стали специально разыскивать, исследовать химический состав вещества, пытаться понять их происхождение. Всего на пяти континентах Земли найдено 2500 метеоритов. Особенно богатыми сборы метеоритного вещества оказались на ледяном континенте — Антарктиде, где эти поиски начаты сравнительно недавно. На белоснежных просторах камни с неба хорошо выделяются и видны издалека. За несколько лет шестой континент дал науке столько же находок, сколько все остальные за двести лет.

Принято считать, что метеориты являются осколками малых планет — астероидов. Все научные данные в настоящее время говорят в пользу такого вывода.



В 1865 году в Шерготти, в Индии, был найден образец, который был не похож на обычные метеориты. Но тогда это обстоятельство не привлекло к себе особого внимания.

Настоящая сенсация разразилась несколько лет назад, когда к восьми известным образцам «шерготтитов» добавились еще два, найденные в Антарктиде.

Наиболее крупный из этих осколков был подвергнут подробному анализу. Шерготтиты отличаются от большинства метеоритов, возникших в результате дробления вещества астероидов, прежде всего тем, что состоят из вулканической породы.

Образцы, найденные в Антарктиде, отличаются высоким содержанием частиц воды и некоторых других летучих элементов, а также содержанием элементов калия и урана. Вещество необычных метеоритов застыло и кристаллизовалось по астрономическим меркам сравнительно недавно, не более 1,3 миллиарда лет назад. Породы лунной коры имеют возраст около 4 миллиардов лет. Возраст астероидов и того больше. Следовательно, шерготтиты образовались на тех планетах, где вулканическая деятельность происходила по космическому календарю сравнительно недавно. Можно допустить, что найденный в Антарктиде осколок принадлежал большой и активной планете. Было установлено, что примерно 180 миллионов лет назад изучаемый осколок подвергся сильному удару. В результате частичного плавления каменного вещества в нем образовались мелкие стеклянные пузырьки, внутри которых были найдены газы: аргон, криптон, ксенон и азот. Содержание газов хорошо согласуется с данными о составе атмосферы Марса.

Эти сведения позволяют высказать предположение, что в природе «марсианских» метеоритов отразилось влияние атмосферы и подповерхностных вод Марса.

Наиболее убедительным объяснением всех особенностей служит гипотеза о захвате газовых частиц расплавленной поверхностью осколка 180 миллионов лет назад, когда он подвергся удару.

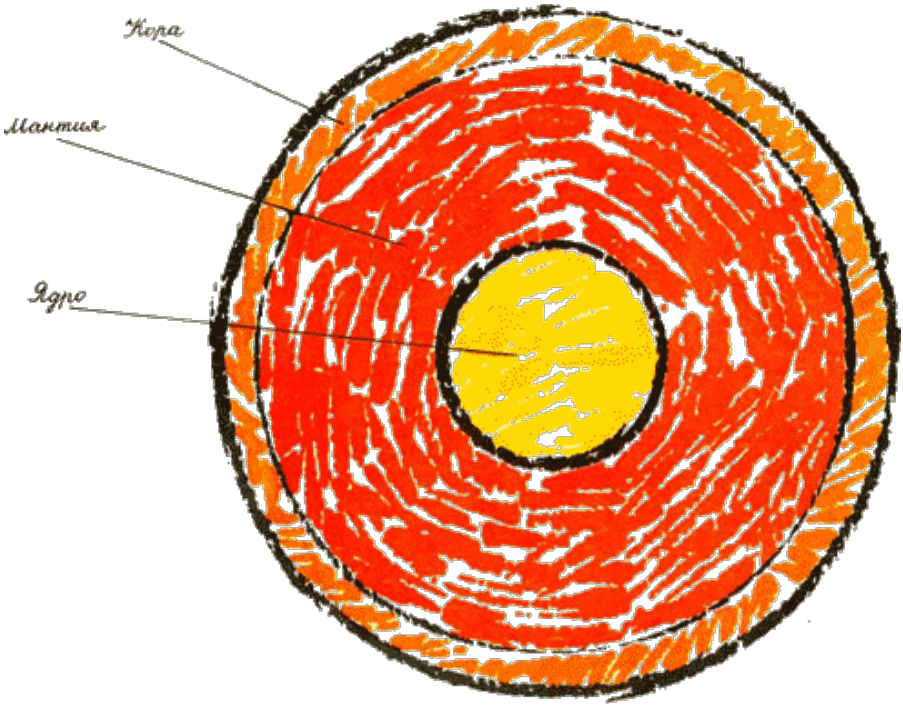
Возможно, исследованный осколок был выброшен с поверхности планеты в результате взрыва от падения крупного метеорита или астероида. Долгое путешествие его в межпланетном пространстве закончилось на поверхности земного шара, в Антарктиде.

Обсуждая подробности химического состава и структурные особенности шерготтитов, специалисты приходят к выводу, что недра Марса, вероятно, более похожи на недра Земли, чем

думали раньше. Если, конечно, шерготтиты действительно прилетели к нам с Марса.

После того как Марс, подобно Земле и другим телам земного типа, образовался из роя отдельных твердых частиц и мелких фрагментов, в общей расплавленной массе вещества началось выделение более тяжелого ядра. Полагают, что железное ядро формировалось в условиях относительно невысоких температур — около 1000 градусов. На Марсе железо содержится в больших количествах, чем на Земле, и в мантии и в коре. Цвет поверхности планеты вызывают красные окислы железа, распространенные в рыхлом покровном веществе. Общее содержание железа в планетном веществе Марса меньше, чем у Земли, и не превышает примерно 25 процентов. Этим объясняется и меньшая средняя плотность Марса. Если сравнить объем и массу Земли, средняя плотность земного вещества составит величину 5,5 граммов в одном кубическом сантиметре. Примерно такая же плотность Венеры и Меркурия. А вот средняя плотность Марса ниже. Сравнив объем и массу планеты, можно убедиться, что эта величина составляет лишь около 4 граммов в кубическом сантиметре.

Итак, в течение первого миллиарда лет существования планеты у Марса образовалось сравнительно небольшое и не очень плотное ядро. Ученые считают, что радиус марсианского ядра составляет от 800 до 1500 километров, а общая масса достигает менее десятой доли массы всей планеты.



В течение первого миллиарда лет существования Марса сформировалось плотное ядро с массой около 1/10 массы планеты. Затем произошло выделение среднего и внешнего слоев недр: возникла мантия из расплавленных горных пород и твердая оболочка — кора.

Еще через один миллиард лет начинается бурная внутренняя деятельность недр планеты. В мантии — слое, лежащем между ядром и внешней корой, — образуются зоны расплавленных пород, которые под давлением вырываются на поверхность.

В это время на лике планеты возникли обширные равнины, заполненные лавами, и наиболее сильно проявлялась вулканическая активность.

Эпоха глобальных изменений форм рельефа, когда выросли знаменитые гиганты — вулканы, относится именно к этому этапу истории Марса.

В течение следующего миллиарда лет активность недр продолжалась, но уже с постепенным угасанием.

Сейчас Марс переживает период полного остывания.

Толщина твердой оболочки непрерывно нарастает и в настоящее время, по-видимому, достигла уже нескольких сотен километров, из которых около 100 километров приходится на верхний слой — кору. Такой мощный твердый панцирь уже

непробиваем для расплавленных лав марсианских недр. Поэтому вулканы потухли и безмолвствуют, в низины не затекает лава и не раскалывается зияющими провалами марсианская кора.

Остывает и поверхность Марса. Поскольку средние температуры поверхности на всех широтах значительно ниже нуля градусов по Цельсию, планета как бы погружена в область вечного холода.

Мы знаем, что в наиболее суровых по климату районах Земли образуется так называемая вечная мерзлота — слой пород с постоянно минусовой температурой, в котором вещество горных пород смешано с замерзшей водой.

Подобный же слой образовался и на Марсе.

Но в отличие от своего земного аналога слой вечной мерзлоты на Марсе охватывает всю планету и имеет большую мощность. Расчеты показывают, что мощность промерзания пород на полюсах может доходить до глубины в 4 километра, а в экваториальной зоне — до 1 километра. Внутри этого слоя возможны обширные скопления льда, прикрытого сверху многометровым слоем раздробленных пород.

О существовании слоя вечной мерзлоты на Марсе говорят особые формы рельефа, которые известны и на Земле в зоне многолетней мерзлоты.

Но если планета имеет такие большие запасы льда, может быть, в ее истории действительно существовали периоды, когда внешние условия могли приводить к внезапному интенсивному оттаиванию вечной мерзлоты и к появлению рек, высохшие русла которых мы видим сегодня на марсианской поверхности. Можно предположить, что подобные изменения климата Марса происходили в течение последнего миллиарда лет. Но почему и каким образом, до сих пор неизвестно. Остается лишь строить различные догадки, выдвигать гипотезы, искать новые научные факты.

Мы знаем, что в далеком прошлом на Земле происходили периодические изменения климата в масштабах всего земного шара. Примером могут служить периоды оледенения, существенно менявшие условия обитания живых существ на огромных пространствах материков.

Возможно, нынешнее «оледенение» Марса лишь эпизод в его бурной жизни? Может, у планеты были и другие времена?

Необходимо разобраться в том, что могло бы вызвать общее изменение климата. Вот что утверждают сторонники одной из гипотез.

Обратите внимание на обыкновенную игрушку — сильно раскрученную детскую юлу. Быстро вращаясь вокруг своей оси,

она еще медленно покачивается то в одну, то в другую сторону.

Оси вращения планет, в частности Земли и Марса, описывают в пространстве точно такие же плавные колебания. Конечно, масштабы времени и расстояний соответствуют масштабам самих тел. Ось Земли за период в 26 000 лет совершит полный оборот, который меняет наклон ее от среднего значения 23,5 градуса на 1 градус. Сдерживающее влияние оказывает находящаяся рядом масса Луны. Иначе наклон земной оси менялся бы еще более значительно.

У Марса нет такого массивного соседа, и наклон его оси меняется в более широких пределах, хотя и медленнее — с периодом 125 000 лет.

Если в настоящее время наклон оси вращения Марса близок к среднему значению — 25,2 градуса, — то в другие времена он мог бы составлять от 15 до 35 градусов. Полный цикл изменения угла наклона оси вращения завершается примерно через миллион лет.

Изменения наклона оси сказываются на нагревании полярных шапок. Когда планета максимально наклонена, полярные шапки получают на одну треть больше солнечного тепла, чем в настоящее время. Подобный наклон ось вращения Марса имела около полумиллиона лет назад.

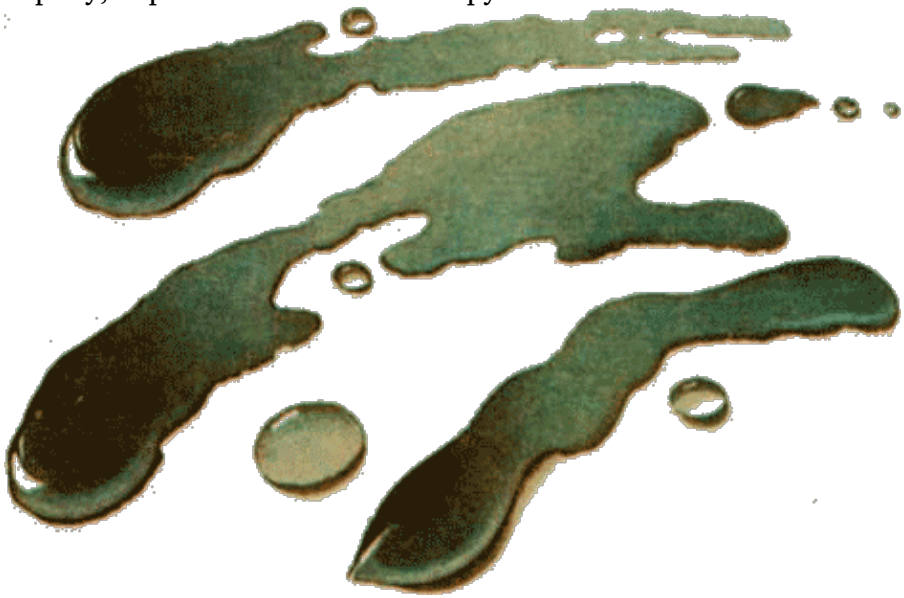
При максимальном наклонении весь лед на полюсах может растаять. Ученые пришли к выводу, что в этом случае давление атмосферы Марса могло бы возрасти более чем в десять раз. В то же время тепло не окончательно остывших тогда недр планеты могло поддерживать существование вблизи поверхности большого водоносного слоя. С увеличением внутреннего давления на такие водоносные горизонты даже слабого внешнего удара достаточно для освобождения гигантского потока воды. Расчеты ученых подтверждают, что в подобном случае на поверхность могли вырываться потоки в несколько сотен миллионов кубометров воды в секунду. Такие потоки вполне способны были промыть существующие сегодня сухие русла за сравнительно короткое время, пока вода не испарится полностью.

Особенность речных русел Марса — значительная их глубина. Крутые берега, не имеющие террас, обрываются с высоты двух километров. По сравнению с земными долинами марсианские русла при той же протяженности имеют большую ширину.

Родилась и еще одна гипотеза. Вода могла течь и под слоем льда, который нарастал сверху из-за того, что замерзание воды происходило на поверхности быстрее, чем испарение. Испытывая давление массы льда, марсианская река уходила в глубь каменных пород, промывая себе глубокое русло с обрывистыми

берегами.

Ледовый панцирь рек тоже, вероятно, не оставался неподвижным. Заторы и наползание друг на друга больших масс льда разрушали каменные берега, расширяли их. И конечно, бурные потоки резко меняли направление, метались из стороны в сторону, образовывая извилистые русла.



Проблема «подземных океанов» на Марсе продолжает волновать исследователей. Внимательно изучая рельеф, они обнаруживают новые и новые детали, которые можно объяснить только существованием подповерхностных залежей льда.

Например, на Земле в областях с вечной мерзлотой часто наблюдаются появляющиеся коротким арктическим летом уступы высотой в десятки метров. Это нагревшийся под солнцем верхний слой мерзлой почвы оттаивает и сползает с уклонов. По протяженности подобные оползни тянутся на десятки или даже сотни метров.

А на Марсе? Космические фотографии демонстрируют нам очень много похожих объектов.

Но на красной планете в приэкваториальной области можно видеть котловины гораздо крупнее, поперечником в десятки и сотни километров, дно которых как бы обрушилось в глубинные пустоты.

Ученые склонны объяснять появление таких образований существованием под поверхностью огромных резервуаров воды. Согласно расчетам, в мерзлоте Марса скрыто примерно в 100 раз больше льда, чем в полярных шапках. Вероятно, под мерзлыми породами планеты и сейчас содержится вода.

Исследователи, изучая природу марсианских русел, обратили внимание, что некоторые из марсианских рек как бы «вытекают» из кратеров. Представьте такую картину: с огромной скоростью крупный метеорит врезается в марсианскую поверхность. Взрыв дробит и разбрасывает вокруг мерзлые породы. Но какая-то часть выделившегося тепла неизбежно уходит на разогрев и плавление огромных масс мерзлого грунта. Значит, несколько кубических километров мерзлоты моментально нагревались и оттаивали. Не они ли текли бурными потоками по окрестностям?

Вспомним, кстати, что в «осколке» с Марса, найденном в Антарктиде, с рассказа о котором начиналась эта глава, содержатся минералы, гораздо более насыщенные частицами воды, чем обычные метеориты. А ведь он покинул красную планету примерно 180 миллионов лет назад. Все сходится? Не будем торопиться. Еще много «но» встретится нам на пути к истине, много неясного и, наоборот, мало бесспорных фактов. А в чем заключается истина, покажут будущие исследования. Пока же многочисленные свидетельства существования воды в марсианской среде возвращают нас к извечному вопросу, связанному с Марсом, вопросу, который не устают задавать и специалисты, и люди, не связанные непосредственно с наукой. Есть ли там жизнь? Ведь вода и жизнь — понятия, очень близко соседствующие друг с другом.

Почти половина территории нашей страны занята районами вечной мерзлоты. В некоторых областях Якутии глубина мерзлых пород достигает 7,5 километра. На Марсе вечная мерзлота всюду.

Когда в слой мерзлых пород падает метеорит, происходит расплавление подповерхностных льдов, и потоки, подобные грязевым потокам на Земле, разливаются за пределы образовавшегося кратера. Кратеров с грязевыми потоками на поверхности очень много.

Жизнь на Марсе?

Напомним еще раз, что во время противостояния 1877 года итальянский астроном Дж. Скиапарелли обнаружил на диске планеты тонкие полосы, пересекающие в различных направлениях светлые области материков. Вот как он описал увиденное: «Все огромное пространство континентов покрыто сетью тонких линий или тонких полосок более или менее отчетливого темного цвета… Они тянутся на большие расстояния по поверхности планеты в виде геометрически правильных линий, которые совершенно не похожи на извивающиеся русла наших рек. Некоторые, самые короткие из них, не достигают и 500 километров, другие же тянутся на тысячи… Одни из них увидеть легко, другие — чрезвычайно трудно: они напоминают тончайшую паутинную сеть, натянутую на диск». Дж. Скиапарелли назвал их «каналами», не утверждая, однако, что они наполнены водой. Скорее в виду имелась аналогия с

«протоками», соединяющими одни темные области с другими.

В 1878 году была высказана новая идея о природе темных областей — морей Марса. Французский астроном Э. Лиэ, изучая сезонные изменения в цвете и насыщенности морей, пришел к выводу, что эти районы покрыты растительностью. Марсианские моря представлялись наблюдателям зеленовато-голубоватого оттенка. Но их окраска изменялась в зависимости от времени года. Серые в зимний период, морские области приобретали свой типичный зеленоватый оттенок весной и летом, становясь коричневатыми или рыжеватыми с наступлением осени. Когда наблюдаемое таяние полярной шапки связали с волной потемнения в морях и с наличием тонких темных каналов, казалось, что существование по крайней мере растительной жизни на поверхности Марса уже не вызывает сомнений.

В конце прошлого и в начале нынешнего столетия идеи о жизни на Марсе были поддержаны американским ученым П. Ловеллом. Он использовал крупный телескоп, который был установлен в его обсерватории, в Аризоне, где удивительно прозрачный воздух.

П. Ловелл составил многочисленные подробные карты поверхности Марса, на которых были нанесены сотни каналов.

Согласно наблюдениям П. Ловелла, каналы темнели вместе с темными областями Марса во время весеннего сезона. Он пришел к выводу, что вода в каналах течет от полюсов, орошая прилегающие участки местности и возрождая к жизни увядшую за зиму растительность. По мнению П. Ловелла, узкие каналы можно было обнаружить только благодаря широким полосам растительности, развивавшейся вдоль них. Прямолинейность каналов, а также раздвоение некоторых из них и соединение линий в целую сеть, в узлах которой находились как бы оазисы, послужило основанием для следующего шага в объяснении наблюдений астрономов: каналы имеют искусственную природу, то есть созданы разумными существами, являются продуктом развитой цивилизации.

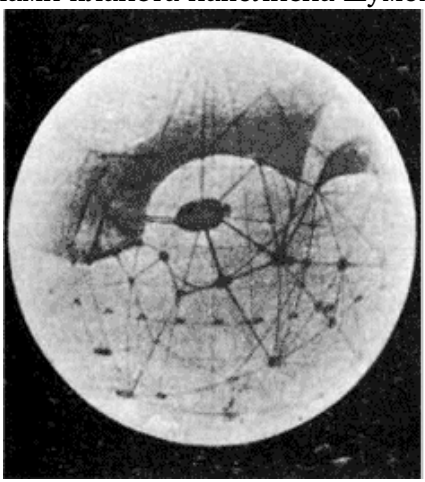
Вышедшая в 1900 году книга П. Ловелла «Марс и его каналы» описывала разумную жизнь на Марсе.

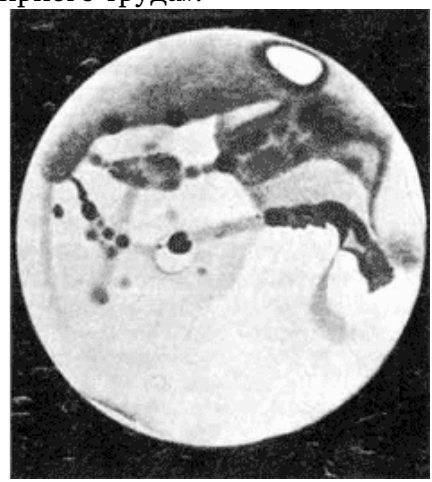
Выводы П. Ловелла не были безоговорочно приняты сообществом астрономов. Многие наблюдатели в Америке и Европе, пользуясь великолепными телескопами, не подтверждали существование каналов. Другие ученые, не споря о существовании этих деталей, утверждали, что сам вывод о разумной жизни на Марсе неверен, потому что там господствуют низкие температуры.

Но в начале века еще не было технических возможностей

получить какие-либо достоверные данные о тепловом режиме поверхности и решить вопрос о наличии воды. Поэтому аргументы противников «марсианской цивилизации» оставались неубедительными. С большим энтузиазмом читателями воспринимались картины обитаемого Марса.

Всемирно известный популяризатор астрономии, автор многочисленных книг Камилл Фламмарион также не избежал искушения и поддался очарованию идеи «инопланетян». В 1892 году он опубликовал монографию «Планета Марс и условия жизни на ней». Он писал: «Значительные изменения, наблюдающиеся в сети водных путей, свидетельствуют о том, что эта планета является местом энергетически жизнеспособным. Эти движения кажутся нам медленными потому, что нас разделяет громадное расстояние. Когда мы спокойно смотрим на эти континенты и моря, медленно проплывающие перед нашим взором из-за вращения планеты вокруг своей оси, и спрашиваем себя, на каком из этих берегов было бы приятней жить, там, возможно, в этот момент свирепствуют штормы и грозы, вулканы, чума, социальные перевороты и всевозможные виды борьбы за жизнь… Все же мы можем надеяться на то, что человечество там более развитое и мудрое, так как мир Марса старше нашего. Несомненно, что уже в течение многих столетий эта соседняя с нами планета наполнена шумом мирного труда».





Слева — рисунок Марса, сделанный П. Ловеллом по его наблюдениям с большим аризонским телескопом. В центральной части видимого диска расположена область, носящая название Озеро Солнца. На рисунке П. Ловелл изобразил множество тонких линий, составляющих сеть каналов Марса. Однако не все астрономы того времени подтверждали результаты

наблюдений П. Ловелла. Справа — рисунок той же области Марса, выполненный по наблюдениям с еще более крупным телескопом французским астрономом Э. Антониади в 1909 году. На нём, как вы видите, каналов нет.

Конечно, подобные высказывания профессиональных астрономов и популяризаторов науки не могли не отозваться более широкой волной среди авторов фантастических произведений литературы. Начался бум «пришельцев с Марса», путешествий на Марс и так далее. Несмотря на неоправдавшиеся надежды относительно «марсианской цивилизации», мы тем не менее можем быть благодарны той поре восторженных заблуждений хотя бы за появление талантливых книг А. Толстого и Г. Уэллса, связанных с Марсом, в которых основным содержанием является в конечном счете серьезный разговор о вечных нравственных проблемах Человечества.

В первой половине нашего столетия широкое практическое распространение получила астрономическая фотография. Вместо зарисовок для составления карт поверхности Марса стали использовать фотографии. Этот новый вид информации несколько поколебал уверенность в существовании марсианских каналов, поскольку на фотографиях они оказались неразличимыми.

Фотоснимки послужили и для исследования другой проблемы — природы марсианских морей. Значительный прогресс был связан с фотографированием диска Марса через цветные фильтры. Многолетние исследования, казалось, обнадеживали. Гипотеза, что на Марсе есть растительность, получала вполне серьезную научную основу.

Первые снимки Марса со светофильтрами были сделаны в 1909 году в Пулковской обсерватории молодым тогда ученым Г. А. Тиховым. В последующие полвека Г. А. Тихов продолжал исследования марсианской растительной жизни и основал отрасль науки, получившую название астроботаники.

Г. А. Тихов изучал спектры растительности, распространенной в самых разных природных зонах Земли — в горах и пустынях, в суровых условиях за Полярным кругом и в краю вечной мерзлоты. По спектрам — разложению отражаемого растением света на составляющие цвета, можно судить об условиях внешней среды обитания растений.

Оказалось, что у подножий гор, где климат умеренный, растения отражают много солнечного света в инфракрасной области спектра, то есть излучают тепло. Однако выше, где

растениям нужно много больше тепла, они начинают поглощать инфракрасные лучи, что, конечно, изменяет вид спектра. Чем больше высота, тем больше поглощение растениями инфракрасных лучей.

Сравнивая спектр темных, морских областей Марса со спектрами земной растительности, обитающей на разных высотах в горах Памира, Г. А. Тихов убедился, что марсианские спектры темных пятен очень похожи на спектры самых высокогорных растений. Поведение земных растений в суровых условиях высокогорья, их приспосабливаемость к разреженной атмосфере и низким температурам подавали надежду на возможность развития таких видов растительной жизни, которые смогли бы существовать и в более суровых условиях Марса.

Оставался нерешенным вопрос о составе атмосферы и условиях жизни растений. Чтобы нормально расти и развиваться, растениям нужно гораздо больше кислорода, чем на Марсе.

Но, говорили сторонники гипотезы существования марсианской растительности, растения могут преодолеть эту трудность. Например, они могут образовывать кислород на свету при помощи фотосинтеза, как и все земные растения, но не выделять его в атмосферу, а удерживать «для внутреннего употребления», создавая свою «внутреннюю атмосферу» с большим содержанием этого газа, чем в окружающей среде. Такие процессы происходят в листьях некоторых земных растений и в легких нашего организма. Состав атмосферы внутри наших легких отличается от состава того воздуха, который мы вдыхаем.

Были сделаны попытки обнаружить в областях марсианских морей характерные признаки поглощения хлорофилла, что послужило бы решающим доказательством существования растительности. Этот эксперимент не дал нужного результата. Но астроботаников неудача не обескуражила. Было высказано мнение, что в спектре Марса и не должно быть хлорофилла. У земных растений зеленый хлорофилл появился потому, что он поглощает красные лучи спектра, которые в основном больше всего и пропускает атмосфера Земли. Воздушная оболочка Марса иная, рассуждали астроботаники, и до поверхности планеты доходит больше всего синих лучей. Хлорофилл неудобен марсианским растениям. Чтобы выжить, они должны больше поглощать синие лучи, а красные, наоборот, отражать. По-видимому, так все и происходит на красной планете. Темные области для глаза только кажутся сине-зелеными по контрасту с более яркими красными пустынями. На самом деле и моря Марса тоже имеют красный оттенок, только более темный, потому что растительность в них отражает красные лучи.

Как видим, и гипотеза о существовании марсианской растительности была вполне логичной и не менее стройной, чем в свое время была гипотеза о существовании марсианской цивилизации, высказанная П. Ловеллом. Но гипотеза о растительном покрове марсианских морей была основана на новых методах исследований.

В середине нашего века, в канун интенсивных исследований планет с помощью космической техники, ряд ведущих исследователей, крупных специалистов в области астрономии стали высказывать сомнения относительно существования растительности на Марсе. В. Г. Фесенков в СССР, О. Дольфюс во Франции, Дж. Койпер в США и другие ученые убедительно показали с помощью анализа старых данных и новых сведений, что все эффекты, которыми оперируют астроботаники, могут относиться к свойствам неорганического вещества, то есть мертвых горных пород. Гипотеза о существовании растительности стала терять своих сторонников.

Но жизнь — это не только человек и животный мир, это не только мир растительности, это еще и не менее сложный и богатый своими представителями мир бактерий. Сторонники идей существования внеземной жизни в пределах Солнечной системы отходили на новые позиции.

Если условия на Марсе слишком суровы для развития сложных форм жизни, то это не исключает существования и развития примитивных форм, таких, как бактерии.

На Земле ученые нашли много примеров существования бактерий в самых невероятных условиях с чрезмерно высокими и чрезмерно низкими температурами при недостатке, казалось бы, самых необходимых для жизни веществ. Бактерии имеют уникальные способности к выживанию и приспосабливаются к любой среде. Может быть, и условия Марса не окажутся слишком неприветливыми для этих микроскопических, но стойких носителей жизни?

С наличием микроорганизмов стали связывать некоторые,

пока еще не объясненные эффекты. Например, сезонные изменения поляризации света, отраженного от темных, морских областей. Обычные, видимые в телескоп сезонные изменения цвета и яркости трудно связать с неосязаемым миром бактерий. Но поляризация — очень тонкое природное явление.

Вот в чем состоит суть явления. При отражении света некоторые поверхности поляризуют его, то есть заставляют часть лучей светового потока приобретать колебательные движения в одной определенной плоскости. В обычном световом пучке колебания происходят хаотически, во всех плоскостях. Такое тонкое изменение свойств отраженного света порождается структурой вещества, то есть самыми малыми частицами отражающей свет поверхности. Глаз не воспринимает поляризованность света. Выявить ее могут только специальные светофильтры, специальные приборы — поляриметры.

Французский астроном, известный исследователь планет О. Дольфюс в свое время заметил, что поляризация света, отраженного от темных марсианских морей, меняется в зависимости от времени года на планете. Марсианские пустыни, материки, такого свойства не обнаруживали. Наблюдаемые изменения поляризации соответствовали предположению, что с наступлением весеннего, то есть более влажного, периода возникает рассеяние солнечного света на частицах диаметром около 0,1 миллиметра — более крупных, чем частицы, составляющие обычный поверхностный пылевой слой Марса. Эти частицы как бы периодически меняют свои размеры.

Появилось объяснение, что с наступлением весны оживают и быстро размножаются огромные колонии организмов, подобных известным на Земле бактериям. Но это объяснение было не единственным. Другое предположение: мелкие твердые песчинки грунта меняют свою структуру при повышении сезонных температур, увеличиваются в своих размерах при увеличении влажности атмосферы.

Когда на Земле получили первые изображения поверхности Марса, переданные с борта космических аппаратов, стало ясно, что пустыни-материки красной планеты и ее моря являются царством неживой природы. Камни и пески, оживляемые зимой лишь тонким налетом инея или снега, песчаные барханы и пологие холмы — вот типичные виды Марса. Никакой растительности, не говоря уже о животном мире или разумных существах, там нет.

Последняя надежда возлагалась на бактерии.

На посадочных блоках американских станций «Викинг», которые летом и осенью 1976 года должны были опуститься на

поверхность красной планеты в двух удаленных друг от друга местах, поместили лабораторию для обнаружения даже самых незначительных признаков жизни. В лаборатории были размещены три группы приборов, чтобы провести три независимых биологических эксперимента. Основа же всех трех экспериментов была одна — предположение, что любые живые организмы изменяют среду своего обитания. Все организмы, в том числе и бактерии, питаются, дышат, выделяют отработанные продукты. Вот эти изменения и должны были зафиксировать приборы.

Космические съемки с орбитальных высот не выявили никаких признаков жизни на поверхности Марса. Но это еще не могло служить доказательством. Иное дело — съемки на самой поверхности.

Но и круговые панорамы, полученные в местах посадки космических станций «Викинг», показали лишь мертвый пейзаж каменистой пустыни. В течение года каждый из двух аппаратов тридцать раз «осматривал» с помощью телевизионных камер окружающую местность. Изображения передавались на Землю, и исследователи могли убедиться в полной безжизненности наблюдаемого ландшафта.

С поверхности Марса специальным устройством захватывался образец марсианского грунта и помещался в один из трех контейнеров, содержавших запас воды или питательных веществ. Затем велось пристальное наблюдение за изменениями, происходящими в плотно закрытом контейнере.

Первый эксперимент должен был показать, существует ли обмен веществ. Помещенную в контейнер щепотку марсианского

грунта автоматическое устройство увлажнило питательным раствором, содержавшим в качестве «меток» радиоактивный углерод. Если в грунте есть живые организмы, они должны «питаться» этим раствором и выделять в качестве отходов газы, содержащие «метки», то есть радиоактивный углерод. Ученые были поражены, когда по линии радиосвязи с марсианской автоматической лабораторией поступили сигналы, что из грунта выделилось очень большое количество радиоактивного газа. Но этот бурный процесс завершился за двое суток, хотя на Земле контрольный эксперимент с настоящими бактериями шел около двух недель. Что это, особая прожорливость марсианских бактерий или просто химическая активность марсианского грунта, вступившего в реакцию с питательным раствором, в процессе которой быстро выделился содержавшийся там радиоактивный углерод? Вопрос остался без определенного ответа.

Второй опыт должен был обнаружить процесс усвоения углекислого газа на свету. Этот процесс, называемый фотосинтезом, хорошо известен в природе Земли. Например, комнатные растения, обитающие на вашем подоконнике, поглощают углекислый газ, очищая и освежая воздух в помещении.

Космический автомат зачерпнул еще одну порцию марсианского грунта и поместил ее в другой контейнер, который был заполнен газовой смесью, в точности повторяющей состав атмосферы Марса. Только углекислый газ в этой смеси содержал «меченый» радиоактивный углерод. Далее грунт осветили лампой — искусственным «солнцем». Если бы живые организмы находились в этой щепотке грунта, то при освещении «солнцем» они должны были бы поглотить из смеси углекислый газ вместе с радиоактивным углеродом.

Через некоторое время автоматическое устройство выпускало из контейнера газ, а оставшийся грунт изучался на содержание радиоактивного углерода. Результат опять был неясным: в одних случаях углерод в грунте обнаруживался, в других нет. Так и осталось непонятным, то ли живущие на Марсе микроорганизмы захватили «меченые» атомы углерода, то ли произошли простые химические реакции грунта с атмосферой.

Третий эксперимент предназначался для того, чтобы обнаружить «дыхание» микроорганизмов. Образец грунта смачивался питательным раствором, а состав газа, которым был заполнен контейнер, постоянно проверялся. Если предположить, что живые организмы находились внутри контейнера, то, вдыхая и выдыхая газовую смесь, они изменили бы первоначальный

состав этого «воздуха». Но и в данном случае бурную реакцию с выделением большого количества углекислого газа и кислорода не признали долгожданным доказательством существования жизни. Наверное, в марсианском грунте содержатся какие-то перекиси, которые шипят и пузырятся при смачивании их водой.

Так что же, жизни на Марсе нет даже в самом примитивном виде?

Пожалуй, так, хотя с этим очень не хочется соглашаться.

Известный советский астроном И. С. Шкловский считал, что поиски жизни на Марсе безнадежны. В марсианской атмосфере, утверждал он, практически нет кислорода, а следовательно, и озона. На Земле озоновый слой в атмосфере служит надежным поглотителем опасного ультрафиолетового облучения, которое разрушает живые клетки. Он писал: «Имеются все основания полагать, что для ультрафиолетовых лучей марсианская атмосфера значительно прозрачнее земной. Попутно заметим, что при беспрепятственном падении на поверхность Марса ультрафиолетовой радиации становится довольно проблематичной сама возможность существования там жизни».

Анализы марсианского грунта, проведенные космическими станциями на поверхности планеты, не обнаружили никаких следов органических соединений, являющихся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. А ведь такие же приборы, которые работали на Марсе, при исследовании проверочных проб безжизненного грунта земной Антарктиды нашли в них значительное количество ископаемых органических соединений. «Вся совокупность изложенных фактов заставляет считать существование живых организмов на этой интереснейшей планете маловероятным», — заключил И. С. Шкловский.

Другой ученый, наш современник, известный американский астроном К. Саган, продолжает считать, что жизнь на Марсе вполне возможна.

Если автоматы не смогли дать определенного ответа, не исключено, что больше повезет космонавтам-исследователям.

К. Саган призывает организовать на красную планету совместную советско-американскую экспедицию. Одной из главных целей этого путешествия могут стать поиски марсианской жизни.

Звездное небо Марса

Смена дневного и ночного времени суток на Марсе сопровождается теми же явлениями, что и на Земле.

В зависимости от сезона меняется продолжительность дня и ночи. В полярных широтах длинный день, продолжающийся почти целый земной год, сменяется столь же долгой ночью. В средних широтах короткие зимние дни увеличиваются с приближением весны и вновь уменьшаются после дня летнего солнцестояния.

В средних широтах Солнце восходит и заходит, двигаясь под углом к горизонту. Поэтому переход от одного времени суток к другому сопровождается длительными сумерками, когда поверхность освещается косыми лучами низко стоящего Солнца.

В тропиках и на экваторе Солнце поднимается и опускается почти отвесно к горизонту. Здесь, так же как на подобных широтах Земли, день и ночь сменяют друг друга резким переходом от света к темноте и наоборот.

Как выглядит марсианское небо в разное время суток? Особая запыленность марсианской атмосферы придает дневному небосклону нежно-розовый оттенок. Красные дали ландшафта переходят в розовое небо, которое очень ярко у самого горизонта и постепенно темнеет с приближением к зениту. Яркий ореол над горизонтом простирается ввысь примерно на 20 градусов.

Чтобы представить себе картину в реальных масштабах, вообразим восход над горизонтом хорошо известного созвездия Орион.

Допустим, мы находимся в северном полушарии Марса. День. Мы стоим так, что прямые лучи Солнца не слепят глаза и в темной части неба можно видеть наиболее яркие звезды. Хотя Орион уже весь поднялся над горизонтом, мы не увидим в розовом свечении яркие звезды этого созвездия. Даже блестящая звезда Бетельгейзе утонет в сиянии дневного марева, если находится над самым горизонтом, сразу после восхода. Но, подняв взгляд выше, в области перехода от светлого пояса атмосферы к темному небу мы разглядим уже «верхушку» созвездия, яркую звезду Ригель. Вот такой, размером примерно с Орион, светлый пояс расположился вдоль горизонта.

Когда наступает закат, светлый ореол начинает как бы сжиматься вокруг Солнца, собираясь к точке захода светила за горизонт. По-видимому, не стоит ожидать от марсианских закатов такого разнообразия и буйства красок, которое сопровождает уход светила на земном небе. Закатное свечение охватывает на марсианском небе сравнительно малую часть западной стороны горизонта. Светлый овал, вытянутый вдоль горизонта, уменьшается и меркнет по мере опускания солнечного диска, а красное зарево недолго остается на небе после полного захода Солнца.

Утренняя заря повторяет всю смену световых картин в обратном порядке.

Дневное светило выглядит на Марсе менее ярким, чем на Земле, из-за большего удаления планеты от Солнца. Диаметр его видимого диска в 1,5 раза меньше того, который мы видим на нашем небе. Поскольку наклонение орбиты Марса к эклиптике, то есть к плоскости земной орбиты, незначительно и составляет всего лишь 1 градус 51 минуту, для марсианского наблюдателя, как и для земного, путь Солнца проходит по тем же созвездиям. Однако Солнце перемещается на фоне звезд медленнее и завершает свой полный цикл почти за два земных года.

Яркие звезды, расположенные на небосводе ближе к зениту и далеко от Солнца, марсианский наблюдатель, вероятно, увидит и

днем. Однако полная картина звездного неба раскроется с наступлением ночи. Плотность атмосферы там меньше, чем на Земле. Поэтому звезды с Марса в ясном небе будут выглядеть ярче, а их мерцание — менее заметным.

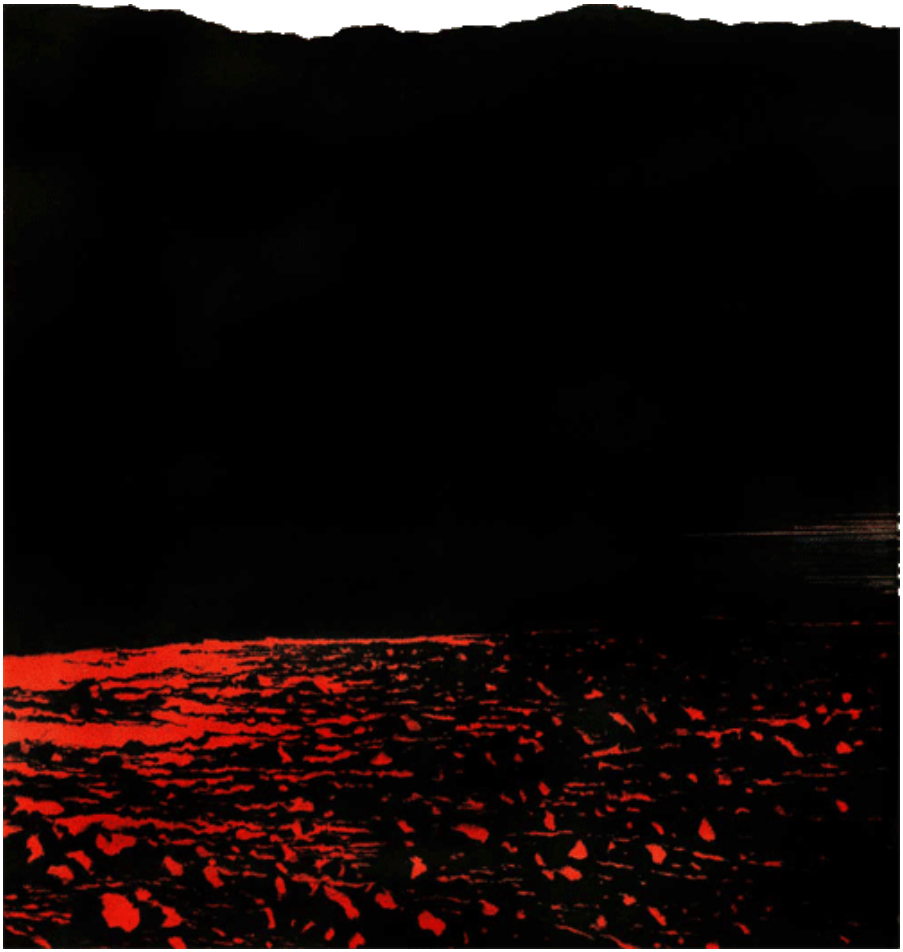
Суточное вращение небесного свода на Марсе имеет почти ту же скорость, что и на Земле.

Восходя в восточной части горизонта, светила перемещаются по малым кругам небесной сферы, наклоненным к горизонту на угол, зависящий от широты места наблюдения.

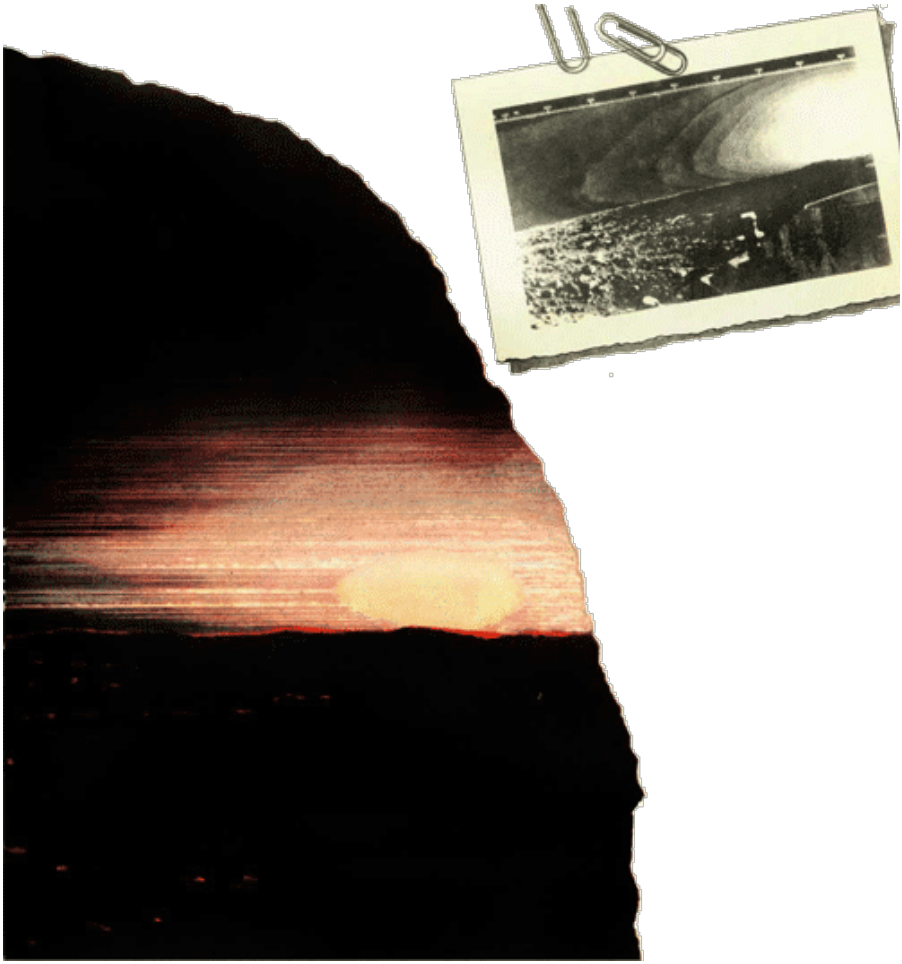
Но вращение небесного свода происходит вокруг иной точки, поскольку ориентация оси вращения Марса отлична от положения в пространстве земной оси. Северный полюс мира, или небесный полюс, расположен в созвездии Лебедя на фоне Млечного Пути и не отмечен какой-либо яркой звездой.

Среди звезд точку небесного полюса Марса можно найти в середине линии, соединяющей звезды альфа Цефея и Денеб в созвездии Лебедя. Как видим, наша Полярная звезда на Марсе теряет значение своего названия, поскольку уже не будет иметь никакого отношения к полюсу.

Южный полюс находится в созвездии Парусов. Это созвездие относится к южному небу и в наших средних широтах северного полушария не наблюдается.



Заход Солнца на Марсе. Мельчайшие частицы пыли и льда в атмосфере Марса рассеивают свет, вызывая свечение неба вокруг заходящего Солнца. Светящаяся область выглядит яркой непосредственно вблизи диска Солнца и быстро слабеет на небольшом удалении от него.



На Марсе мы не увидим красивых восходов и закатов, охватывающих половину неба, как на Земле. Чтобы сделать снимки захода Солнца на Марсе, нужно специально настроить телевизионную камеру на более высокую чувствительность. Иначе слабое свечение уже на небольшом расстоянии от заходящего Солнца будет неразличимо.

Расстояние между Землей и Марсом даже при наибольшем удалении планет друг от друга оказывается чрезвычайно малым по сравнению с расстоянием даже до ближайших звезд. Поэтому перемещение наблюдателя с Земли на Марс не изменит для него видимой формы созвездий.

И на марсианском небе мы сможем увидеть хорошо знакомые нам очертания Ориона, Большой и Малой Медведиц, Водолея и Волопаса, Цефея и Девы и других созвездий. Непривычным будет

только вид вращающегося звездного купола. Например, яркая полоса Млечного Пути на марсианском небе проходит через оба небесных полюса.

Наблюдатель в полярной зоне Марса увидит огромную арку Млечного Пути, проходящую через зенит и вращающуюся вокруг него в течение суток, как бы насаженной на воображаемую полярную ось.

На экваторе или в тропиках дуга Млечного Пути целиком поднимается из-за горизонта в восточной половине неба, проходит через зенит и скрывается вся одновременно за горизонт на западе. Но в этот же момент в восточной части опять восходит другая половина Млечного Пути.

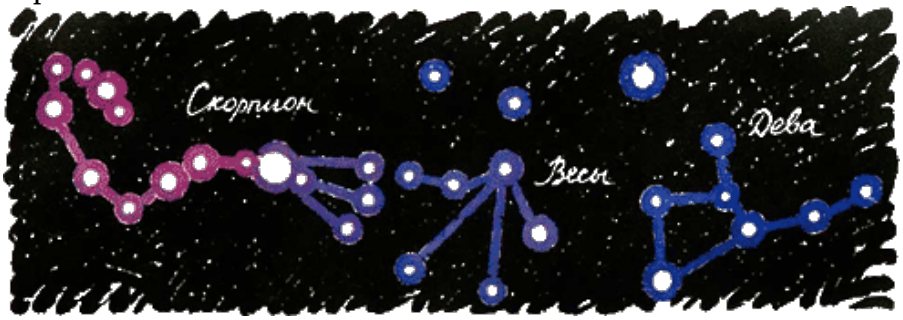
Из всех звездных ориентиров Млечный Путь на Марсе самый надежный: всегда можно отыскать точки, в которых небесная арка пересекает горизонт, — в этих точках располагаются север и юг.

Самой яркой планетой на марсианском небе выглядит Венера.

В утренних или вечерних сумерках на небосводе появляется Земля. Подобно Луне, она меняет свои фазы. Вблизи полной фазы ее блеск становится почти равен блеску Юпитера, наблюдаемого с Земли. Но поскольку орбита нашей планеты проходит внутри орбиты Марса, полная фаза Земли недоступна для марсианского наблюдателя. В лучшем случае он увидит освещенным 3/4 диаметра земного диска. При меньших фазах Земля пропадает в солнечных лучах, и ее уже трудно разглядеть, как, скажем, трудно наблюдать с Земли Меркурий из-за его близости к Солнцу.

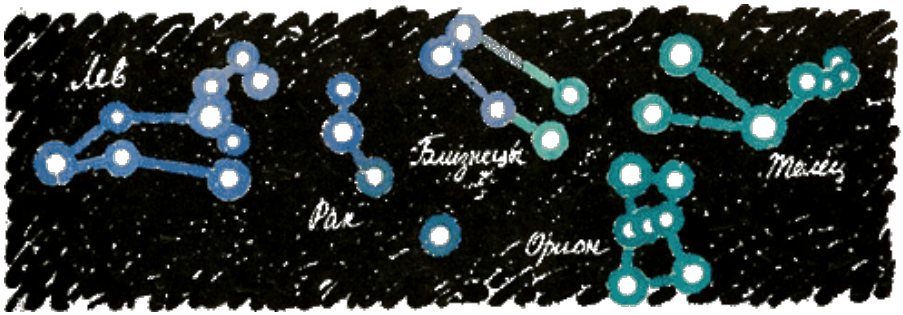
Максимальное удаление Земли от Солнца на марсианском небе не превышает 30–35 градусов. Это значит, что надо ловить особые периоды, благоприятные для наблюдений. Когда Земля появляется над горизонтом раньше Солнца, это будут утренние часы непосредственно перед восходом дневного светила. Если на небе Земля располагается слева от Солнца, то есть идет вслед за ним, для наблюдений удобны часы вечернего заката. Наблюдения станут возможны в тот сравнительно короткий период, когда Солнце уже уйдет за горизонт и погаснут вечерние краски зари, а Земля еще некоторое время продолжит свой путь по темному небу, пока тоже не скроется за горизонтом. Несложно подсчитать, что периоды видимости Земли на ночном небе Марса не превышают двух часов. Много трудностей будет ожидать астрономов, которые захотят наблюдать Землю с Марса: надо

ждать периодов противостояния, внутри этих периодов выбирать моменты наилучшей видимости и успеть в короткие свидания с голубой планетой выполнить наверняка обширную программу наблюдений. Но, как уже рассказывалось, именно во время противостояний чаще всего начинаются грандиозные пылевые бури, и все небо закрывают непроницаемые облака. Тут уже астрономам остается только одно — спешить на обсерваторию, укутать телескопы чехлами и поплотнее закрыть створки астрономических башен, чтобы тучи песка, несущиеся с громадной скоростью, не превратили поверхность зеркал и линз из полированной в матовую, приведя их в полную негодность для астрономии.



Но если все трудности счастливо преодолены и долгожданное свидание с Землей состоялось, то наблюдатель-астроном увидит, что нашу планету на марсианском небе постоянно сопровождает еще один объект, блеск которого меняется с тем же периодом, что и блеск Земли.

Так выглядит с Марса наша ближайшая соседка по космосу — Луна. С периодом примерно равным одному месяцу она то сближается с Землей, то удаляется от нее на расстояние в тридцать земных диаметров. Это совсем не много. Даже если Луна находится в наибольшем удалении от Земли, а наблюдения с Марса ведутся в период великого противостояния, оба объекта на марсианском небе будет разделять расстояние не более, чем полградуса дуги. На земном небе примерно такие размеры имеет видимый диск Луны. Чаще всего обе эти яркие точки будут находиться почти рядом или практически сливаться. Луна при наблюдении с Марса имеет такую же яркость, как, например, наша Полярная звезда, поэтому земной спутник можно будет видеть невооруженным глазом.



Нашу двойную планету — Землю и Луну — космонавты смогут различить на небе без помощи телескопа и наблюдать меняющееся день ото дня взаимное расположение Земли и ее спутника, следить за вечным кружением Луны вокруг голубой планеты.

А как с поверхности Марса видны его собственные спутники — Фобос и Деймос?

Оба небесных тела выглядят очень яркими и превосходят по блеску Венеру.

В полной фазе Фобос имеет примерно такую же яркость, как Луна, наблюдаемая с Земли в первой или последней четверти. Значит, Фобос в полной фазе может даже освещать марсианский ландшафт после захода Солнца.

Деймос в полной фазе имеет блеск, равный примерно минус пятой звездной величины. Такой яркостью обладает в максимуме блеск Венеры на ночном небе Земли.

Расстояния спутников от Марса невелики: Фобос удален примерно на три диаметра планеты, а Деймос — почти на семь марсианских диаметров. Напомним, что Луна удалена от Земли на тридцать земных диаметров.

Из-за близости спутников к поверхности Марса Фобос и Деймос наблюдаются не на всех широтах. В небе полярных областей оба спутника не появляются совсем. Деймос, как более удаленный, становится видим на широтах меньших 81 градуса. Сначала он проходит низко над горизонтом, а если спускаться ближе к экватору, путь Деймоса будет пролегать все выше и выше.

Фобос начинает показываться над горизонтом на широтах не более 68 градусов.

Наблюдатель на Марсе мог бы невооруженным глазом различить очертания Фобоса.

Находясь в зените, Фобос имеет видимый угловой поперечник около 12 минут. Это немного меньше углового радиуса лунного диска, наблюдаемого с Земли. Поэтому с

поверхности Марса, не прибегая к оптическим приборам, можно убедиться, что Фобос имеет очертания неправильного тела, сильно вытянутого в одном направлении.

Поскольку вокруг своей оси Фобос, подобно нашей Луне, вращается с тем же периодом, что и вокруг Марса, к планете обращена все время одна и та же сторона спутника. Мы говорим о видимом с Земли полушарии Луны, а то полушарие, которое постоянно невидимо с Земли, называем обратной стороной.

Фобос нельзя разделить на полушария, поскольку его форма сильно отличается от сферы. Но на Фобосе тоже есть видимая и обратная стороны. Правда, граница между этими областями весьма размыта, потому что из-за относительно близкого расстояния Фобоса к планете его в периоды восхода и захода можно видеть чуть-чуть сбоку, заглядывая таким образом на обратную сторону.

Размеры Деймоса лежат на пределе возможностей глаза. Его неправильные очертания может заметить только человек с очень острым зрением. Деймос, подобно Фобосу, тоже обращен к Марсу постоянно одной и той же стороной.

Благодаря близости к планете видимые размеры спутников ощутимо меняются в процессе их движения по небу. У горизонта видимый поперечник Фобоса уменьшается в 1,6 раза, а Деймоса в 1,2 раза.

И конечно, вид спутников постоянно меняется. Из-за различных фаз, из-за разного положения относительно Солнца наблюдатель может видеть большую или меньшую часть освещенной поверхности спутника. При этом Фобос будет менять свои видимые очертания, а Деймос, поскольку его очертания неразличимы невооруженным глазом, будет изменять свою яркость от максимальной, когда к нам обращена освещенная Солнцем сторона, до полного исчезновения на фоне темного неба, когда к наблюдателю поворачивается неосвещенная часть поверхности.

Фобос и Деймос движутся по орбитам, плоскости которых лишь очень незначительно наклонены к плоскости экватора Марса. Поэтому путь спутников на небе пролегает вблизи небесного экватора, последовательно пересекая созвездия Кита, Тельца, Близнецов, Льва, Девы, Весов, Скорпиона, Стрельца, Микроскопа и Южной Рыбы.

Период обращения Фобоса вокруг Марса составляет 7 часов 39 минут земного времени. Чтобы рассчитать продолжительность видимого движения спутника по марсианскому небу, надо учесть собственное вращение планеты. Период видимого движения Фобоса составит 11 часов 2 минуты.

Поскольку направление вращения у спутника и планеты одно и то же, Фобос двигается навстречу суточному вращению звездного неба. Это означает, что восходит Фобос на западе, а заходит на востоке, нарушая все правила дорожно-небесного движения.

Период обращения Деймоса немного больше периода вращения Марса и составляет 1 сутки 6 часов 18 минут земного времени. Этот спутник как бы отстает в своем движении, а точка на поверхности планеты нагоняет его. Из-за того, что значения периодов вращения Марса вокруг оси и обращения Деймоса близки, период движения этого спутника на марсианском небе очень велик — 126 часов 6 минут, то есть более пяти суток. С момента его восхода над горизонтом до заката проходит более двух с половиной суток.

Фобос за то же время успевает 11 раз пересечь небосвод.

Движение Деймоса по небу происходит в прямом направлении, совпадающем с общим движением небесного свода, поэтому оба спутника перемещаются навстречу друг другу.

В конце ноября 1971 года на марсианском небе зажглись новые звезды. Вскоре их стало три. Это были первые искусственные спутники красной планеты. Два советских и один американский аппарат стали светлыми точками двигаться среди привычных созвездий.

В 1974 году еще четыре аппарата, советские станции серии «Марс», появились в марсианском небе. Один из них — «Марс-5» стал искусственным спутником Марса. А в 1976 году к нему прибавились два новых искусственных спутника — американские аппараты серии «Викинг». В 1989 году на орбите вокруг Марса появилась космическая станция «Фобос». Запуски новых межпланетных автоматических станций будут множить число искусственных небесных тел на небосводе Марса.

Страх и Ужас рядом с Марсом

Долгое время, пожалуй, не было в Солнечной системе более загадочных тел, чем спутники Марса.

О существовании двух спутников красной планеты стали говорить за полтораста лет до их настоящего открытия.

Всем известно имя Гулливера и его сложные взаимоотношения с лилипутами. Но кроме страны крошечных человечков, Гулливер посетил много различных удивительных стран с не менее удивительными жителями. Полное описание этих фантастических приключений было изложено Джонатаном Свифтом в книге «Путешествия в некоторые отдаленные части света Лемюэля Гулливера, сначала хирурга, а потом капитана нескольких кораблей», которую знаменитый сатирик закончил и передал издателю в 1726 году.

Осталось неизвестным, когда точно Дж. Свифтом была написана та часть книги, где Гулливер попадает на фантастический остров Лапутию. Но именно тогда, в двадцатые годы XVIII столетия, впервые были произнесены слова о существовании у Марса двух небольших спутников.

Гулливер посещает Лапутянскую академию наук и знакомится с достижениями лапутянских астрономов. Оказывается, что, располагая не слишком большими по размерам, но мощными телескопами, лапутянские астрономы значительно опередили своих тогдашних европейских коллег в области изучения звезд, составления звездных каталогов и в ряде других исследований. «Кроме того, они открыли две маленькие звезды, или спутника, обращающиеся около Марса, из которых ближайший к Марсу удален от центра этой планеты на расстояние, равное трем ее диаметрам, а более отдаленный находится от нее на расстоянии пяти таких же диаметров. Первый совершает свое обращение в течение 10 часов, а второй в течение 21 с половиной часа, так что квадраты времен их обращения почти пропорциональны кубам их расстояний от центра Марса, каковое обстоятельство с очевидностью показывает, что означенные спутники управляются тем же самым законом тяготения, которому подчинены другие небесные тела».

Современники хорошо знали и понимали сарказм и иносказания Свифта. Для них не было загадкой, что под видом наукообразных занятий неведомых лапутян Свифт высмеивает подобное же времяпрепровождение современных ему «деятелей» науки.

Но вот для нас, по-видимому, навсегда останется загадкой,

каким образом в шуточном виде Свифту удалось дать очень близкий к истине прогноз существования марсианских спутников.

Высказывались разные догадки для объяснения столь невероятного события. Во времена Свифта недавним прошлым были жизнь и деятельность выдающегося немецкого астронома И. Кеплера. Не исключено, что Свифт мог читать произведения Кеплера о гармонии Вселенной, подчиняющейся пифагорейскому учению о гармонии чисел. Вспомните, с чего мы начали рассказ о положении Марса в Солнечной системе. Уже в работах Кеплера появились предположения о существовании спутников Марса. Расчеты, связанные с гармонией чисел, следующим образом приводили к подобному выводу.

Тогда было известно, что у Венеры спутников нет совсем. У Земли — один спутник, Луна. Галилео Галилей открыл четыре спутника у Юпитера. И простое увеличение числа спутников у планет, и более сложный закон геометрической прогрессии приводили к одному и тому же результату: у Марса должно быть два спутника.

Так объясняется первая часть предсказания Свифта. Второе положение — о малости спутников. Ведь если даже у Юпитера, более отдаленной планеты, можно наблюдать спутники и астрономы их видят, то не видеть спутники близкого Марса возможно только по одной причине — из-за их малых размеров. А вот объяснить последующие детали прогноза представляется более сложным.

Свифт приводит далее вполне конкретные данные об удаленности небольших тел от планеты и величины периодов обращения, которые по порядку величин невероятно точно совпадают с известными сегодня.

Приведенный отрывок из книги о путешествиях Гулливера свидетельствует о том, что Свифт был знаком с научной основой тогдашней небесной механики. Можно предположить, что по аналогии с удалением спутников Юпитера от планеты, исчисляемом в диаметрах центрального тела, Свифт назвал величину удаления спутников Марса, а периоды обращения уже вычислял согласно законам Кеплера. Во всяком случае, прежде чем написать фрагмент рассказа о приключениях Гулливера, писатель, по-видимому, какое-то время провел в раздумье и расчетах.

В XVIII веке и в первой половине XIX века астрономы делали попытки обнаружить спутники Марса, но неуловимые небесные тела долгое время оставались фантазией Джонатана Свифта.

Открытие свершилось лишь в 1877 году.

Очередное великое противостояние Марса совпало с

введением в строй самого большого по тем временам телескопа-рефрактора на Морской обсерватории близ Вашингтона в США.

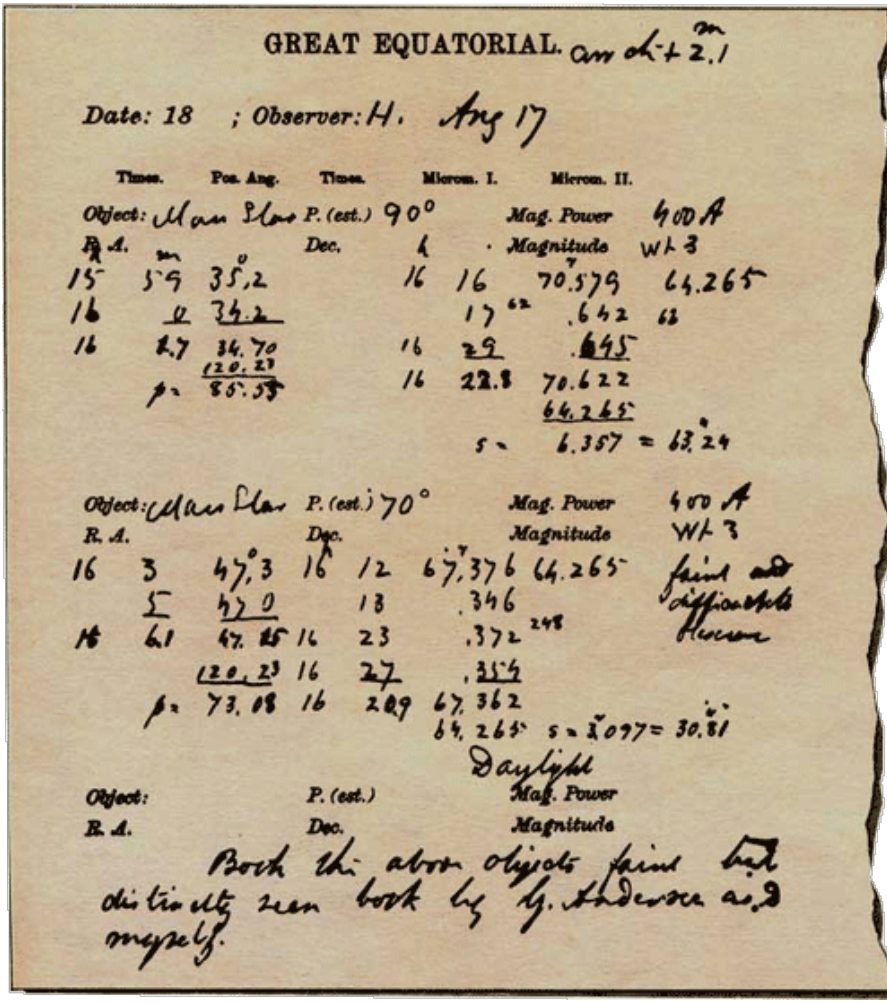
После ряда попыток в августе 1877 года А. Холл сначала обнаружил внешнюю «луну» Марса, а затем и внутренний спутник.

Рассказывают, что названия открытых спутников предложила одна английская школьница, напомнив, что в античной мифологии бога войны Марса всегда сопровождали спутники Страх и Ужас — в переводе на древнегреческий: Фобос и Деймос. Небесные спутники были так и названы.

В середине нашего века всех интересующихся астрономией взбудоражила еще одна сенсация. Были обнаружены данные о движении Фобоса, формальным объяснением которых могло быть только одно — спутник является полым внутри. Поскольку легче представить себе, что полое тело имеет искусственное происхождение, разговоры о марсианах и марсианской цивилизации вновь получили всеобщее распространение.

В 1945 году на той же Морской обсерватории, где были открыты Фобос и Деймос, где хранились многочисленные результаты наблюдений за их движением, Б. Шарплесс обнаружил, что Фобос движется с постепенным нарастанием скорости.

Он сопоставил наблюдения, выполненные на Пулковской обсерватории под Петербургом в XIX веке, с более поздними результатами других исследователей. Получалось, что Фобос как бы переходит все время на более низкие орбиты с более коротким периодом вращения вокруг Марса, то есть вращается все быстрее. Конечно, величина этих изменений оказывалась незначительной. Расчеты показывали, что опасное сближение с планетой, во время которого спутник под влиянием сил тяготения может разрушиться, произойдет лишь через 15 миллионов лет.



GREAT EQUATORIAL. Aug 16h 12.1m

Date: 18 ; Observer: H. Aug 17

Times.	Pos. Ang.	Times.	Microm. I.	Microm. II.
Object: Mars Sat.		P. (est.) 90°	Mag. Power	400 A
R. A.		Dec.	Magnitude	Wt 3
15 59	35,2	16 16	70.579	64.265
16 0	34.2	17 62	.642	62
16 2.7	34.70	16 29	.645	
	120.23	16 22.8	70.622	
p =	85.53		64.265	
		s =	6.357 = 63.24	

Times.	Pos. Ang.	Times.	Microm. I.	Microm. II.
Object: Mars Sat.		P. (est.) 70°	Mag. Power	400 A
R. A.		Dec.	Magnitude	Wt 3
16 3	47.3	16 12	67.376	64.265 faint and difficult
5	47.0	18	.346	
16 6.1	47.15	16 23	.372 248	Microm.
	120.23	16 27	.354	
p =	73.08	16 29.9	67.362	
			64.265 s = 3.097 = 30.81	

Daylight

Object:	P. (est.)	Mag. Power
R. A.	Dec.	Magnitude

Both the above objects faint but distinctly seen both by Mr. Anderson and myself.

Попытки обнаружить спутники Марса предпринимались и в XVIII и в XIX веках. В 1783 году поисками занимался знаменитый английский астроном У. Гершель. Два года — с 1862 по 1864 — потратил на это астроном из Копенгагена А. д'Арре. Но только в 1877 году успех пришел к опытному наблюдателю и вычислителю Морской обсерватории в Вашингтоне Э. Холлу. Начав наблюдать Марс в период великого противостояния, Э. Холл долгое время не обнаруживал никаких новых объектов в окрестностях планеты. Наконец в ночь с 11 на 12 августа он заметил очень слабую светлую точку вблизи Марса. Но в это время с реки поднялся туман, и наблюдения пришлось прекратить. Через несколько дней, когда хорошая погода опять установилась, Э. Холл продолжил наблюдения.

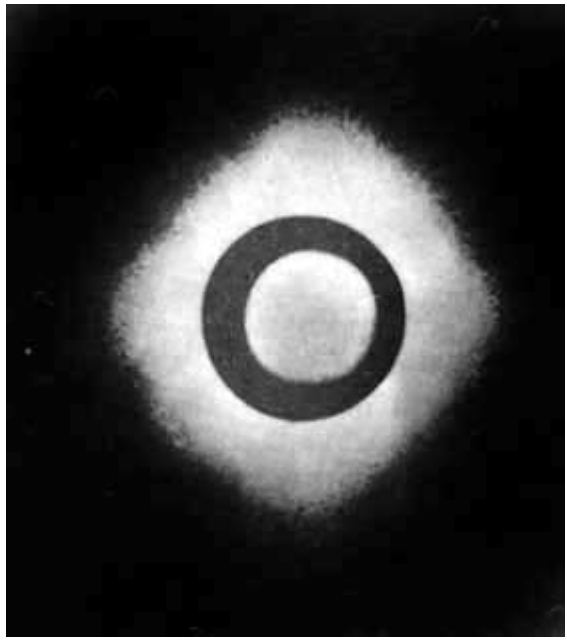
Оказалось, что эта точка — внешний, наиболее удаленный спутник Марса. Пытаясь вновь увидеть замеченный им объект, Э. Холл неожиданно обнаружил другой, внутренний спутник Марса. Это случилось 17 августа 1877 года. Страница из журнала наблюдений с записями, которые сделал в ту ночь Э. Холл, показана слева.

Но особый интерес представляла не отдаленная дата гибели Фобоса, а физическая причина, ведущая к этому печальному событию. Уже в наше время появились данные, с помощью которых можно объяснить непонятное явление. Ученым стало известно, что искусственные спутники Земли также медленно переходят на все более низкие орбиты и сгорают, входя в плотные слои атмосферы. Чтобы сохранить спутник на орбите, надо периодически поддерживать включением ракетных двигателей нормальный полет по заданной траектории.

Причиной торможения оказалось сопротивление очень разреженной верхней атмосферы Земли.

Но ведь Фобос находится весьма близко к Марсу, может быть, он тоже испытывает сопротивление хотя и разреженной, но все же существующей газовой оболочки планеты?

В 1959 году астрофизик И. С. Шкловский сделал нужные расчеты и выяснил, что для воздействия на Фобос очень разреженной атмосферы надо, чтобы спутник имел большие размеры и маленькую массу. Практически это означало, что Фобос должен быть пустым внутри и состоять из относительно тонкой оболочки.



Одной из основных причин того, что спутники Марса долгое время не были обнаружены наблюдателями-астрономами, является их близость к планете при очень небольших собственных размерах. В светлом ореоле сравнительно яркого Марса трудно заметить слабые светлые точки спутников. Чтобы сфотографировать Фобос и Деймос с Земли, приходится закрывать яркий диск самой планеты светопоглощающим фильтром, как это показано на снимке вверху. Слева, ближе к краю кадра, виден Деймос, а выше, на краю светлого ореола, — Фобос.

Вот тут и заговорили опять о марсианах, в незапамятные времена якобы запустивших на орбиты вокруг своей планеты два искусственных спутника громадных размеров, которые могли служить орбитальными космодромами для высокоразвитой цивилизации на красной планете!

Позднее выяснилось, что названные Б. Шарплессом изменения орбитальной скорости Фобоса преувеличены. Поэтому смелые гипотезы лишились своего обоснования. Но сама проблема движения спутников Марса остается и ждет еще дальнейшего развития.

Почти через сто лет после открытия Фобоса и Деймоса земляне увидели наконец подробные изображения спутников Марса, полученные с помощью космических аппаратов. Удлиненные, неправильной формы тела этих объектов оказались

усеянными многочисленными кратерами, а также изрезанными — особенно Фобос — трещинами и бороздами неизвестного происхождения.

После получения подробных снимков поверхности Фобоса и Деймоса начался новый период загадок и сомнений. Конечно, спутники оказались вполне естественными, без каких-либо следов разумной деятельности на своей поверхности. В этом отношении безжизненность марсианских гор и равнин вполне совпадает с внешним видом двух огромных каменных обломков неправильной формы, вращающихся вокруг планеты по спутниковым орбитам.

Итак, первым был замечен более удаленный от Марса и меньший по размерам спутник — Деймос. Тогда он еще не имел собственного имени. Названия вновь

открытым спутникам Марса предложила одна английская школьница, напомнив, что в поэме древнегреческого поэта Гомера «Илиада» бога войны сопровождают два спутника — Страх и Ужас. Э. Холл согласился с этим предложением, и с тех пор спутники Марса носят свои древнегреческие имена — Фобос (Страх) и Деймос (Ужас). Этот снимок Деймоса (слева) получен с борта космического аппарата «Викинг» с расстояния 948 километров.

На снимке справа — Фобос. Этот снимок получен с расстояния 320 километров и передан на Землю с борта космического аппарата «Фобос-2» в начале 1989 года.

Как и следовало ожидать, Страх (Фобос) оказался по размерам больше Ужаса (Деймоса). Фобос более вытянут в одном направлении. Наибольший поперечник этого тела равен 27 километрам. Наименьший — примерно 18 километрам. Размеры Деймоса составляют 15 километров и 11 километров вдоль самой длинной и самой короткой оси его неправильного тела.

Самый крупный кратер на Фобосе, носящий название Стикни, имеет диаметр около 10 километров. Это всего лишь в два с небольшим раза меньше

поперечника самого спутника. Удар, породивший кратер Стикни, едва не разрушил Фобос на отдельные осколки. Самая крупная трещина, отходящая от кратера Стикни, достигает в ширину 700 метров, а глубина его — 90 метров!

Оба спутника состоят из очень темного материала, который гораздо темнее пород Марса. Эта особенность послужила одним из первых намеков на то, что Марс и его спутники не являются космическими родственниками.

По изученным характеристикам вещество, из которого состоит Фобос и Деймос, более похоже на материал астероидов или метеоритов. Средняя плотность тел также оказалась необычно низкой для горных пород, из которых состоят тела планет. В одном кубическом сантиметре вещества спутников Марса умещается всего лишь полтора грамма породы. Такой результат может свидетельствовать о высоком содержании льда, что весьма характерно для астероидов или ядер комет.

Очень интересны кратерные формы на поверхности обоих спутников.

Наиболее крупные кратеры по размерам можно сопоставить с размерами самих спутников. На Фобосе один из кратеров по диаметру равен почти половине наименьшего поперечника спутника и достигает 10 километров. На Деймосе наибольшая впадина простерлась на два километра.

Поверхность спутников усеяна небольшими кратерами примерно так же, как наиболее старые районы лунной поверхности. Их число уже не увеличивается, поскольку каждый новый удар метеорита о поверхность приходится в существующую воронку от более раннего удара. Старый кратер уничтожается, на его месте возникает новый, но общее число не изменяется.

Такое состояние «насыщенности» кратерами поверхности небесного тела присуще только очень древним космическим ландшафтам. Эта особенность поверхности марсианских спутников опять возвращает нас к мысли, что более древние, чем сама планета, карликовые «луны» могли существовать первоначально как самостоятельные космические странники — астероиды. Только вот с точки зрения небесной механики захват свободно пролетающего небесного тела и превращение его в спутник планеты представляется маловероятным событием.

Новые данные о спутниках красной планеты не объяснили их происхождение, которое остается по-прежнему загадочным.

Споры вокруг происхождения Фобоса и Деймоса продолжаются. Ученые знают примерно, какова природа этих тел,

но не могут пока сказать, каким образом и когда появились Страх и Ужас рядом с Марсом.

Хотя оба спутника Марса очень похожи, исследователи обнаружили любопытные различия в структуре ландшафтов Фобоса и Деймоса. При общем сходстве, обилии мелкораздробленного материала, покрывающего поверхности спутников, Фобос выглядит более «ободранным» и обнаженным. Деймос же, напротив, имеет более сглаженную, засыпанную поверхность. На Фобосе сохранились в большом количестве очень мелкие кратеры. На Деймосе же таких кратеров не обнаружено. Такие процессы, как осыпание или обваливание внутренних стенок крупных кратеров, не обнаружены на Фобосе. А на Деймосе наблюдаются кратеры, заполненные рыхлым материалом до глубины в несколько метров.

Падающие на спутники метеориты одинаково разрушают, дробят и распыляют каменную основу их тел.

Почему же на Фобосе размельченного вещества меньше, чем на Деймосе? Казалось, должно быть наоборот, поскольку Фобос больше по массе и сила тяжести на его поверхности примерно вдвое больше, чем на поверхности Деймоса.

Как же объяснить очередную загадку таинственных карликов?

Наверное, надо согласиться с одним наблюдением, очень тонко подметившим различия в условиях на поверхности Фобоса и Деймоса.

Когда удар метеорита выбрасывает с поверхности Фобоса тучу пыли и камней, значительная часть разлетается вокруг спутника на большие расстояния из-за малой силы тяжести.

Но орбита Фобоса проходит слишком близко от самого Марса. Поэтому выбросы недолго сопровождают спутник. Попадая в поле тяготения планеты, кусочки породы и пыль постепенно оказываются на поверхности Марса. И только меньшая их часть оседает среди кратеров и трещин Фобоса.

Примерно то же сначала происходит и на Деймосе — удар, последующий взрыв и выброс большого количества осколков и пыли. При еще меньшей силе тяжести каменный рой и пылевое облако рассеиваются вдоль орбиты спутника на более значительные расстояния. Но Деймос Движется на удалении от Марса, превышающем в два с половиной раза удаление Фобоса: Поэтому частицы раздробленного вещества остаются на орбите Деймоса или вблизи него, и спутник, проходя раз за разом через этот рой, собирает свои собственные осколки. Крупные и мелкие фрагменты оседают на его поверхность, погребая под толстым слоем мелкие кратеры. Кратеры размером менее 50 метров, по-видимому, полностью засыпаются слоем камней и пыли. Зато на

поверхности Деймоса хорошо различимы отдельные глыбы, величиной с сельский дом.

На Фобосе обнаружили загадочные борозды, пересекающие почти весь спутник из конца в конец.

Борозды имеют ширину от 100 до 200 метров и тянутся на десятки километров. Глубина их от 20 до 90 метров. Каким образом на поверхности спутника пропаханы такие ущелья, не разрушившие его на отдельные части?

Некоторые ученые предполагали, что если Фобос — осколок большого планетного тела, то в виде борозд на его «боку» мы просматриваем слоистое строение космической глыбы. Другие настаивали на том, что борозды оставлены косо падавшими метеоритами, тем более что в отдельных случаях их можно принять за непрерывные цепочки кратеров. Третьи склонны были видеть в них трещины, по которым Фобос «трескается» под воздействием приливных сил со стороны Марса, — опасно быть близким соседом более массивного тела. Наконец, четвертые считают виновником самый большой кратер на Фобосе, носящий название Стикни.

Если Фобос по своей природу действительно подобен астероиду, то в его составе может быть значительная доля льда. Когда в результате удара образовался кратер Стикни, поверхность в месте взрыва могла быть нагрета на большой площади до 200 градусов по Цельсию. Это повлекло высвобождение большого количества воды и могло породить наблюдаемые трещины и цепочки небольших кратеров, через которые пар с большой скоростью вырывался из толщи каменных пород.

Но все же достаточно убедительного объяснения возникновению непонятных форм рельефа так и не найдено.

Загадки спутников-малюток с грозными именами Страх и Ужас требуют новых исследований их природы и взаимоотношений с главным телом — планетой Марс.

Летим на Марс!

И вот пришел очередной «год Марса». С 28 сентября 1988 года начался период нового великого противостояния, когда расстояние до красной планеты сократилось до 59 миллионов километров.

За два с небольшим месяца до этого срока с Земли стартовали две станции, сконструированные и построенные по проекту, получившему название «Фобос».

Новый международный космический проект создавался для изучения планеты Марс, физики Солнца и межпланетного пространства. Но главной целью полета был выбран наиболее крупный спутник Марса. Его именем и была названа вся программа.

Основанием для такого решения ученых была загадка происхождения марсианских «лун». Многие известные свойства Фобоса и Деймоса говорят о том, что оба эти тела ранее могли находиться в поясе астероидов.

Для подтверждения подобного предположения необходимо тщательно исследовать состав поверхностного вещества спутников, внутреннюю структуру их тел, а также провести тонкие измерения орбитального движения, с тем чтобы попытаться восстановить пути, которыми в древности Фобос и Деймос пришли к Марсу.

И если действительно пришельцы являются астероидами, захваченными в далеком прошлом из пояса астероидов, перед космическими станциями откроется необыкновенная возможность впервые вблизи изучать природу самых древних объектов Солнечной системы, какими являются малые планеты — астероиды.

Готовясь к новой космической экспедиции, ученые подробно разработали полный сценарий проекта. Каждый шаг в выполнении программы, каждый маневр в космосе и работа каждого прибора, установленного на борту станции, должны были обеспечивать ответ на один из интересующих ученых вопросов.

Конечно, это не значит, что один космический эксперимент, даже очень сложный, способен окончательно ответить на все вопросы. Наверняка, как бывало уже много раз в прошлом, ответив на одни недоумения, новые данные поставят ученых перед новыми загадками. Познание бесконечно. Горизонт в науке также недостижим, как в природе: дойдя до самых отдаленных ориентиров, мы открываем перед собой новые дали.

Но каждый космический полет планируется исходя из того, что уже известно. Специалисты всегда пытаются предусмотреть возможный результат. Ну а если неожиданность? Что ж, для исследователя нет ничего более ценного, чем неожиданность. Ведь это означает принципиально новое знание, это означает открытие.

К чему же готовили ученые и конструкторы сложные автоматы и роботы, которые были установлены на космических аппаратах «Фобос-1» и «Фобос-2»?

После старта с Земли космические путешественники через 200 суток должны достигнуть окрестностей Марса. Первый маневр — выход на промежуточную орбиту искусственного спутника планеты. Затем — еще три раза переход с одной орбиты на другую, постепенно приближающих космический аппарат к Фобосу. Наконец, обращаясь на такой же круговой орбите, как и Фобос, станция получит возможность приблизиться к загадочному объекту почти вплотную.

Исследования должны начинаться при очень малой относительной скорости.

Аппарат пролетит мимо Фобоса, делая всего от 2 до 5 метров в секунду — это лишь немного больше скорости пешехода.

Пока один аппарат будет исследовать Фобос, другой выполнит исследования Марса, вращаясь по орбите, на которую обе станции выходят сразу после прибытия к красной планете.

Планировалось, что космический робот практически повиснет над поверхностью марсианского спутника на высоте 50 метров. В его распоряжении будет примерно 15–20 минут для выполнения многочисленных экспериментов.

Из чего состоит вещество Фобоса? К каким горным породам, известным нам по Земле или другим планетам, или к какому типу метеоритного вещества относится угольно-черная пыль, покрывающая плывущие рядом с аппаратом ландшафты?

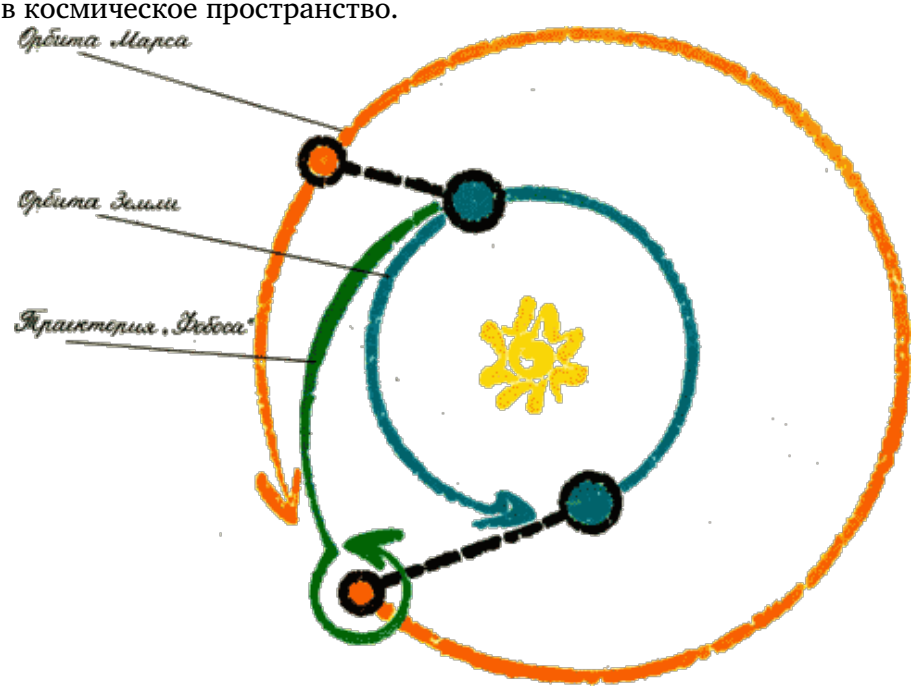
Предполагалось, что со станции выстрелит лазерный луч. Его пучок будет сконцентрирован на поверхности в пятно всего один миллиметр диаметром. Мгновенное испарение вещества и тонкая струйка образовавшегося газа уловлена прибором космической станции, который делает анализ ее состава. Включатся телевизионные камеры робота, снимающие поверхность в различных цветах. По их данным можно будет составить цветные изображения.

Бортовой радиолокатор «ощупает» местность радиолучом и сообщит о рельефе поверхности, структуре слоев, расположенных под верхним рыхлым покровом, об электрофизических свойствах незнакомых пород. Но только ли из камня состоит глыба Фобоса?

Помните, были предположения о наличии льда? И такой прибор, который смог бы ответить на данный вопрос, был предусмотрен на борту космической станции. Изучая приходящее с поверхности спутника излучение, прибор мог бы сообщить о содержании водорода в поверхностном грунте, что означало бы возможность существования водного льда в веществе Фобоса.

На станции «Фобос» ученые предусмотрели также возможность и прямых исследований, то есть тех, которые может выполнить набор аппаратуры, посланный непосредственно на поверхность.

Осуществить мягкую посадку на Фобос относительно несложно, поскольку мизерная сила тяжести не повлечет сильного удара при свободном падении приборов на спутник. Скорее может возникнуть другая опасность — контейнер с аппаратурой не удержится на поверхности Фобоса и улетит назад в космическое пространство.



Поэтому конструкторы предложили идею «космического гарпуна», который вонзается в грунт и удерживает связанную с ним посадочную станцию. Это действительно необходимо, так как сила тяжести на Фобосе в тысячу раз меньше земной. Посадочную станцию оборудовали солнечными батареями и радиоаппаратурой для связи с Землей. Для долгоживущей автономной станции на поверхности Фобоса разработали широкую программу. В ее задачи входило определение

химического состава поверхностного слоя грунта, выполнение астрономических наблюдений и проведение экспериментов по небесной механике.

Итак, новое путешествие к Марсу началось.

7 июля 1988 года стартовала автоматическая межпланетная станция «Фобос-1». Через несколько дней, 12 июля, в полет отправилась автоматическая станция «Фобос-2». Много раз за последующие два месяца Центр управления полетом выходил на связь с космическими путешественниками. В июле были выполнены необходимые коррекции траекторий движения обоих космических аппаратов. Ученые, управлявшие ходом межпланетной экспедиции, проверили правильность курса «Фобосов» и убедились, что движение станций происходит по траекториям, близким к заранее рассчитанным.

Все шло хорошо.

Но 2 сентября аппарат «Фобос-1» не откликнулся на посланный с Земли сигнал. В это время станция удалилась от нашей планеты на расстояние 17 миллионов километров. Все попытки возобновить радиосвязь с космическим путешественником окончились неудачей. Станция «Фобос-1» молчала. Ученые предположили, что космический аппарат потерял ориентацию, при которой солнечные батареи постоянно обращены к Солнцу. Начав беспорядочно вращаться, автоматическая станция лишилась питания электроэнергией. Нормальное снабжение электротоком всех приборов и систем космического аппарата возможно только в том случае, если панели солнечных батарей постоянно освещаются солнечными лучами. Нарушение такого положения станции привело к полному бездействию всех систем. Аппарат продолжал движение в космическом пространстве, но был уже мертв.

«Фобос-2» продолжал полет к Марсу уже в одиночестве.

Сигналы с космических аппаратов принимали две громадные космические антенны советской системы дальней связи. Диаметр этих антенн составляет 70 метров. Одна находится в Крыму неподалеку от курортного города Евпатории. Другая — на Дальнем Востоке рядом с городом Уссурийском.

Поскольку обе станции космической связи расположены в разных концах нашей страны, время непрерывной связи с космическими аппаратами значительно увеличивается.

Когда на востоке Марс, наблюдаемый с Земли, начинает опускаться за горизонт и сеанс связи подходит к концу, в европейской части страны удобное для связи время только начинается.

При осуществлении проекта «Фобос» советским ученым

помогали следить за полетом космических станций их иностранные коллеги. Радиотелескопы, расположенные в Голдстоуне на территории США, вблизи Мадрида в Испании, а также рядом с городом Канберра в Австралии, ловили сигналы космических путешественников и уточняли траектории их движения.

Совместная работа советских ученых и ученых других стран обеспечила высокую точность космической навигации. Штурманы, которые находились на Земле, вывели станцию «Фобос-2» в расчетную точку вблизи планеты Марс.

В конце января 1988 года после очередной коррекции траектории движения и маневров вблизи Марса станция «Фобос-2» стала новым искусственным спутником планеты.

К этому времени космический аппарат находился в полете уже 200 суток, а пройденный путь превышал расстояние в 470 миллионов километров. Начался этап сложных маневров вблизи Марса, чтобы выйти на орбиту, наиболее удобную для исследований планеты, а затем приблизиться к Фобосу.

Только в середине февраля, переходя постепенно с одной промежуточной орбиты на другую, «Фобос-2» занял нужное положение. Вращение станции вокруг Марса проходило на высоте примерно 6300 километров. Плоскость этой орбиты всего лишь на полградуса была наклонена к плоскости орбиты Фобоса, а удаление искусственного и естественного спутников от планеты было почти одинаковым. Полный оборот вокруг Марса станция «Фобос-2» совершала за восемь часов. Эта величина лишь на 20 минут меньше периода обращения Фобоса.

Пока космическая станция и спутник Марса постепенно сближались друг с другом, приборы, установленные на борту «Фобоса-2», занялись внимательным изучением красной планеты.

Аппараты, способные уловить и измерить тепловое излучение с поверхности Марса, стали посылать на Землю данные, по которым ученые составили тепловую карту обширных районов красной планеты. Появилась новая возможность судить о суточных и сезонных изменениях температурного режима на Марсе, поискать участки, где может выделяться тепло из недр планеты.

Другой комплекс приборов зарегистрировал слабое радиоактивное излучение марсианских пород. По этим измерениям ученые рассчитали содержание в поверхностном слое Марса кислорода и кремния, алюминия, железа, магния, титана и других элементов.

Кроме изучения поверхности, с борта станции «Фобос-2» была исследована атмосфера Марса, различные свойства окружающего

Марс космического пространства, измерения магнитного поля планеты и другие исследования.

Почти два месяца продолжалась работа космического аппарата на различных орбитах вблизи Марса.

В конце марта автоматическая станция начала сближаться с Фобосом.

Еще в феврале с помощью телевизионной бортовой системы станции были получены первые снимки Фобоса. На самых подробных из них можно было различить отдельные кратеры размером до 60 метров. Эти снимки ученые использовали также в целях космической навигации, чтобы с наибольшей точностью выполнить сближение аппарата с марсианским спутником.

Одновременно с фотографированием Фобоса начались его физические исследования. Например, были получены спектры отраженного излучения, по которым можно оценить, из каких минералов состоят породы загадочного спутника красной планеты.

Наступило 27 марта 1988 года. Расстояние между Землей и Марсом в это время было таким, что радиосигнал с нашей планеты на космическую станцию «Фобос-2» и обратно путешествовал в течение получаса.

В запланированное время начался сеанс связи, и на станцию была послана очередная команда. Однако через полчаса ответный сигнал не поступил.

После нескольких попыток получить обратный сигнал связь со станцией на короткое время восстановилась, но затем прервалась уже окончательно.

На этом драматическая история полета двух станций серии «Фобос» завершилась.

Возможно, в период одного из будущих противостояний Марса эксперимент будет повторен.

Что же еще планируют ученые? Какие новые межпланетные путешествия готовят создатели космической техники?

Взгляд на Марс с орбиты искусственного спутника создает наше общее представление о природе планеты. Но ученым требуются также и детали, подробности.

Случайно залетевший на Землю в виде метеорита осколок марсианской породы не может, конечно, полностью удовлетворить интерес исследователей. Необходимо точно определить, какие породы слагают горы и равнины Марса. Мы не знаем и не узнаем никогда, откуда, с какого ландшафта прибыл этот космический путешественник. Какие породы представляет он: страну вулканов или дно громадного ущелья, пустынную равнину или южный материк, испещренный множеством

кратеров?

Для того чтобы знать не просто средний состав марсианских пород, а вещество, образующее различные ландшафты планеты, необходимо получить образцы с точным адресом марсианской «прописки». Все это ставит новую задачу перед очередной космической миссией на Марс: доставка на Землю образцов марсианских пород.

Схема такого полета может, например, повторять основные этапы доставки образцов грунта с Луны. Сначала космическая станция выходит на орбиту спутника Марса, затем посадка в заданном районе, захват манипулятором или бурение грунта для получения образца, упаковка его в контейнер возвращаемого аппарата и старт с Марса на Землю.

Но кроме опыта лунных автоматических станций, возвращавшихся на Землю, можно еще использовать опыт лунных передвижных аппаратов — луноходов.

По более сложной схеме сначала на поверхность Марса может доставляться марсоход. Во время своего путешествия, направляемого с Земли, марсоход соберет образцы из наиболее интересных районов, которые пересечет его маршрут. А тем временем на марсианскую поверхность будет доставлен другой по конструкции аппарат, основной частью которого является возвращаемая на Землю ракета. Последние метры пути марсохода приведут его к подножию готовой к старту ракеты. После перегрузки собранных образцов из контейнера марсохода в контейнер возвращаемого аппарата — вспышка ракетных двигателей, и первый перелет Марс — Земля начнется.

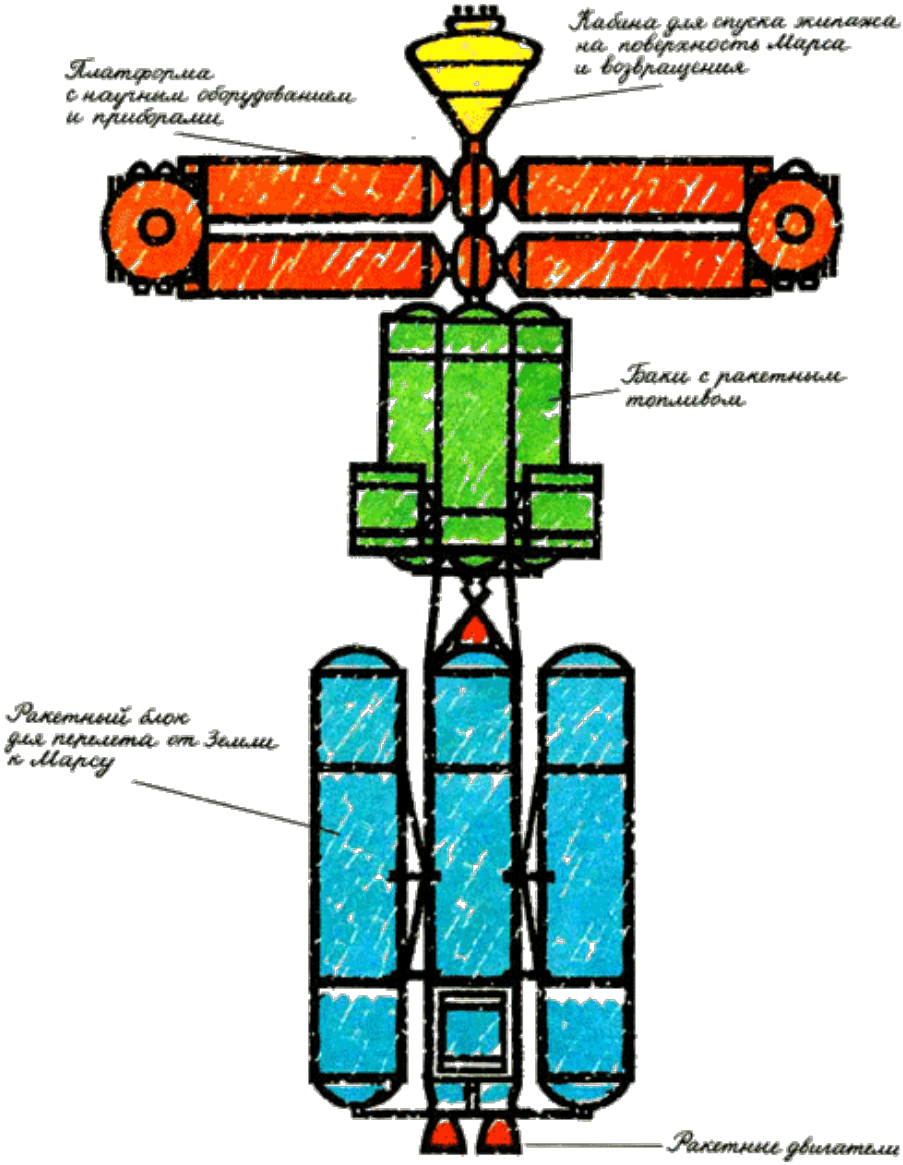
Но завершение многодневного перелета и сближение космической станции с Землей еще не будет означать успешного завершения всей миссии. Рассматривая все возможные последствия доставки на Землю марсианского вещества, ученые, кроме несомненной пользы для науки этого события, не могут не учитывать возможные опасности.

Когда на Землю доставлялись образцы с Луны, то, несмотря на полную уверенность в их стерильности, поскольку Луна безжизненна, все же для большей надежности грунт и лунные камни проходили карантин в специальных приемных лабораториях.

Но о марсианской жизни нам практически ничего не известно. Поэтому даже самой малой вероятностью привнесения в земную среду микроорганизмов из чужого мира нельзя пренебрегать. Ведь нам неизвестно, как могут повести себя в земной жизни эти представители жизни иной. И будет ли такое новое вторжение «марсиан» безобидным для живых организмов

на Земле?

Поэтому, по общему мнению специалистов, полет возвращаемого аппарата с Марса должен завершиться на околоземной орбите. Здесь космический разведчик и доставленный им груз должны пройти соответствующий карантин, после которого можно будет принять решение о дальнейшей судьбе марсианских образцов — попадут ли они в земные лаборатории или так и останутся на околоземной орбите, где их изучением займутся космонавты. Современные орбитальные космические станции располагают и соответствующими помещениями, и возможностями для использования сложного лабораторного оборудования.


Кабина для спуска экипажа на поверхность Марса и возвращения
Платформа с научным оборудованием и приборами
Баки с ракетным топливом
Ракетный блок для перелета от Земли к Марсу
Ракетные двигатели

Следующий шаг к Марсу, который может осуществиться уже в XXI веке, предусматривает полет на красную планету космонавтов.

Но располагаем ли мы достаточными техническими возможностями, чтобы рассчитывать на реальность подобного события хотя бы и через двадцать лет?

Каким должен быть космический корабль, способный доставлять человека с одной планеты на другую?

Ведущие советские ученые в области космонавтики В. Глушко, Ю. Семенов и Л. Горшков предложили проект

пилотируемого полета на Марс.

По мысли ученых, космический корабль должен состоять из трех основных частей. Первая — двигательная установка. Межпланетному кораблю необходимо пройти сложный путь до красной планеты, совершить маневры около нее, а затем вернуть исследователей обратно на Землю.

Поэтому двигательная установка должна многократно включаться, разгоняя или тормозя многотонное космическое сооружение. Выбор двигательной установки является одним из главных вопросов всего проекта.

Если использовать достаточно отработанные в настоящее время жидкостные реактивные двигатели, то даже при применении самого эффективного ракетного топлива, состоящего из водорода и кислорода, для сложной экспедиции необходимы огромные запасы горючего.

Ученые подсчитали, что начальная масса корабля в этом случае составит более 2500 тонн.

Поскольку старт марсианского экспресса будет осуществляться с околоземной орбиты, потребуется большое число транспортных рейсов для доставки с Земли на орбиту указанного количества грузов.

Более целесообразно применить для полетов по межпланетным траекториям ядерные ракетные двигатели. Запасов топлива на весь период путешествия в этом случае потребуется в два-три раза меньше. И тогда начальная масса космического корабля, собранного на околоземной орбите, составит лишь 800 тонн. Это тоже немалая величина, но и выигрыш в числе транспортных рейсов, по сравнению с первым вариантом, немалый.

Ученые предлагают и другую идею: использовать ядерную электрореактивную установку. В ней энергия ядерного реактора преобразуется в электрическую, с помощью которой мощное электрическое поле разгоняет реактивную струю до высоких скоростей. В этом случае запасов топлива потребуется уже в 15–20 раз меньше, чем для жидкостных ракетных двигателей. Начальная масса корабля с такой эффективной двигательной установкой может быть уже только примерно 450 тонн.

Всего лишь пять рейсов на околоземную орбиту такой современной ракеты, как «Энергия», обеспечат доставку всего необходимого для сборки и снаряжения марсианского межпланетного корабля.

Другой составной частью экспресса «Земля — Марс — Земля» является жилой блок, где экипаж работает в течение всего полета. В этом модуле корабля размещены средства жизнеобеспечения

экипажа, основная аппаратура управления полетом. Жилой блок — центральная часть всего корабля. Здесь необходимо разместить герметичный отсек или даже несколько таких отсеков, где будут находиться каюты экипажа и рабочее помещение с приборами.

Системы обеспечения космонавтов кислородом для дыхания, водой, пищей, средствами личной гигиены хорошо отработаны на советских долговременных орбитальных станциях и вполне могут найти свое применение в жилом блоке марсианского корабля. Система терморегулирования создает внутри помещений космических станций нормальный климат. Электрическая энергия вырабатывается с помощью солнечных электрических батарей, которые солнечное излучение преобразуют в электрический ток.

Но, по сравнению с большими космическими станциями, находящимися сегодня годами на околоземной орбите, марсианский корабль необходимо снабдить дополнительной защитой экипажа от вредных воздействий открытого космоса.

Антенна для радиосвязи
Кабина управления движением марсохода
Устройство для регулирования тепловых условий в кабине
Иллюминатор
Жилое помещение для отдыха экипажа

Для надежной радиационной безопасности в составе жилого блока нужна специальная зона повышенной защиты. Здесь экипаж может укрыться в период, например, вспышек на Солнце.

При полетах на орбитальных станциях в этом нет необходимости, поскольку вблизи Земли космонавты защищены от воздействия облучения при солнечных вспышках мощным магнитным полем нашей планеты. В межпланетном полете и вблизи Марса, не имеющего магнитного поля, такой защиты от радиации уже нет. Поэтому конструкторы и предлагают оборудовать отдельный отсек с повышенной защитой. При этом членам экипажа нет необходимости в период повышенной солнечной активности постоянно находиться в убежище. Общая радиационная защита космического дома тоже вполне надежна. Важно, чтобы космонавты проводили в защитном отсеке свое нерабочее время (сон, отдых), тогда суммарная доза радиации будет неопасной для здоровья.

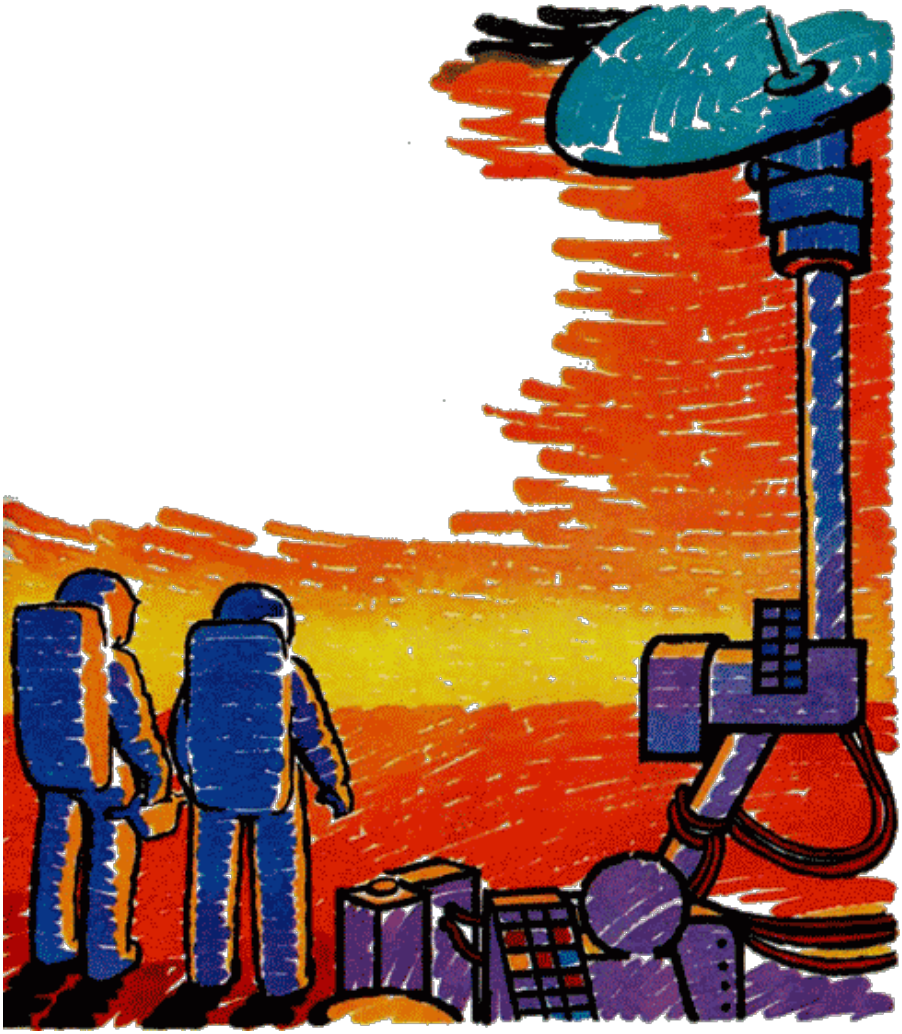
Важной проблемой является защита от метеоритных частиц. В

длительном космическом путешествии встреча с метеоритными частицами может оказаться вполне вероятным событием. Защитное устройство в этом случае представляет собой дополнительную оболочку — экран вокруг герметической оболочки жилого блока. При попадании в корабль метеоритной частицы вся ее энергия уходит на то, чтобы пробить защитный экран. В корпус жилого блока ударяет только струйка газа, в который превращается метеоритная частица после пробоя внешней оболочки.

Но все же надо помнить, что корабль летит к Марсу, то есть приближается к поясу астероидов, расположенному между орбитами Марса и Юпитера. Этот пояс насыщен осколками и обломочным материалом. Поэтому вероятность встретить более крупный осколок метеорита вблизи Марса более велика, чем вблизи Земли. На этот случай конструкторы предусматривают деление жилого блока на отдельные отсеки и снабжение экипажа средствами ремонта внешней оболочки корабля.

Если удар неожиданно будет столь силен, что окажутся пробитыми оболочки жилого блока и начнется разгерметизация помещения, космонавты могут перейти в другой отсек, плотно закрыв люк той части жилого блока, откуда вышел через пробоину весь воздух. Затем экипаж проведет ремонтно-восстановительные работы по заделке пробоины и вновь наполнит воздухом аварийный отсек. После проверки герметичности можно открывать люк и возвращаться в покинутое при аварии помещение.

Авторы проекта предложили использовать одновременно два межпланетных корабля. Экипаж одного в случае необходимости всегда может прийти на помощь пилотам другого корабля.



Часто задают вопрос: а нужно ли сегодня отвлекаться на крупные космические проекты, работать над полетом к Марсу? Ведь дома, на Земле, так много более насущных дел. Человечество еще не знало в своей истории периодов без трудностей и противоречий. Отказ от прогресса в науке и технике не поможет нам решить проблемы сегодняшнего дня. Наоборот, это только усложнит ситуацию завтра. Человечество должно двигаться вперед.

Третья часть марсианского космического комплекса состоит из посадочного аппарата. Назначение этого модуля — доставить экипаж или часть команды корабля с околомарсианской орбиты на поверхность и возвратить на орбиту. Посадочный аппарат должен иметь специальную обтекаемую форму, поскольку ему предстоит встреча на большой скорости с марсианской атмосферой. Но затем, когда торможением в атмосфере эта скорость будет в значительной мере погашена, потребуется уменьшить скорость падения космического аппарата на поверхность планеты. Поскольку плотность марсианского воздуха у поверхности в несколько сотен раз меньше плотности земной газовой оболочки, воспользоваться парашютом для мягкого примарсения не удастся. Для посадки на поверхность Марса необходимо иметь ракетные двигатели, которые обеспечат плавный спуск. И конечно, нужно предусмотреть взлетные ракетные двигатели, чтобы экипаж мог возвратиться к движущемуся по орбите межпланетному кораблю.

Итак, конструкция корабля обеспечивает все этапы космического путешествия.

Но вот космонавты опять вблизи Земли.

Как завершается полет? Конструкторы предлагают два варианта. Двигательная установка корабля опять включается на торможение, и путешественники оказываются на околоземной орбите, откуда они и начали свой полет. Здесь землян, возвратившихся из далеких краев, может принять орбитальная станция. После прохождения карантина и первых медико-биологических исследований космонавты наконец возвращаются на родную Землю.

Возможен и другой вариант — возвращение на Землю со второй космической скоростью прямо с межпланетной траектории. Тогда в состав марсианского корабля необходимо включить еще один блок — специальную кабину, в которую экипаж переходит перед подлетом к Земле. Кабина с космонавтами отделяется от корабля и самостоятельно входит в плотные слои земной атмосферы. Завершается спуск на парашютах. В этом варианте карантин будет проводиться на Земле, по-видимому, в специальном ангаре, куда поместят приземлившийся аппарат.

Конструкторы предполагают, что в одном межпланетном корабле разместится экипаж из 4–6 космонавтов. А если путешествие осуществят два корабля, то участниками марсианской экспедиции могут стать сразу десять человек.

Советские авторы проекта считают, что принять участие в марсианской экспедиции могут представители разных стран и к

Марсу должен отправиться международный экипаж.

Полет к ближайшей к нам планете — это не только решение сложной научной и технической задачи, это крупнейший этап истории всей земной цивилизации.

Такой проект обобщит весь мировой многонациональный опыт космических полетов, опыт создания космической техники и научных приборов, а также опыт изучения планеты Марс.

Как можно из отдельных частей собрать на орбите космический корабль, мы уже знаем. В Советском Союзе система автоматической сборки в космосе применяется более 20 лет. Ручная стыковка пилотируемых аппаратов не один раз использовалась и в советских и в американских полетах. Этот опыт вполне пригодится в марсианской экспедиции.

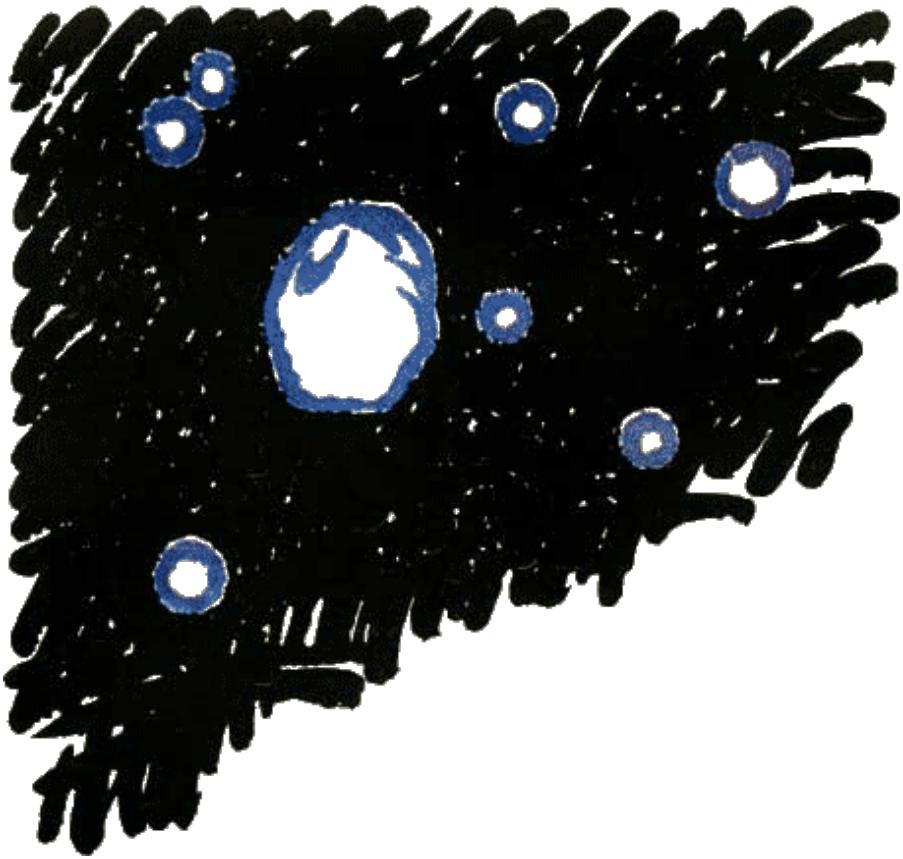
Долговременные полеты орбитальных космических станций «Салют» и «Мир», построенных советскими учеными, и «Скайлэб», запущенной американскими учеными, показали возможность длительного полета человека в космическом пространстве.

Очень важен опыт по созданию надежной аппаратуры всех стран, участвующих в космических исследованиях. Ведь в длительном межпланетном полете не придется рассчитывать на помощь с Земли. Поэтому техника должна работать безупречно в течение всего срока полета, который рассчитан на полтора года. А если все-таки непредвиденная ситуация возникнет, экипаж должен располагать всем необходимым для выполнения ремонтных работ.

Конечно, специалистам по космической технике и космической биологии предстоит решить еще много технических и медицинских проблем для организации сложного эксперимента — полета на Марс.

Но кроме техники, надо подумать и об основном звене — человеке, о тех людях, которые после многодневного пути первыми ступят на поверхность планеты. Будущие участники марсианской экспедиции должны многое знать и уметь, быть тренированными и закаленными людьми. Им предстоят не только физические, но и эмоциональные нагрузки, связанные с многими неизведанными опасностями дальнего космического путешествия.

Возможно, кто-то из будущих членов марсианских экипажей уже учится в школе. Может быть, эта книга поможет им услышать зов таинственного Марса.



Художник Боловинцева Ольга Васильевна

2 р. 50 к.
Издательство «Детская литература»